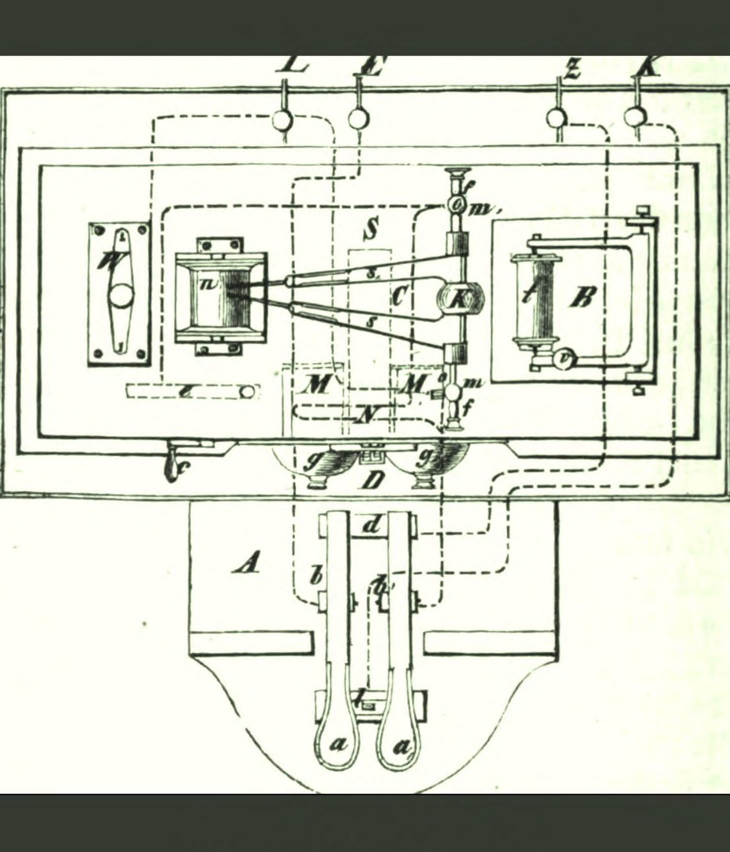


Katechismus der elektrischen Telegraphie

Ludwig Galle



Katechismus

der

Elektrischen Telegraphie.

Katechismus

der

Elektrischen Telegraphie.

Von

Ludwig Galle,
Director der Königl. Sächsischen Staats-Telegraphen.

Vierte, wesentlich vermehrte und verbesserte Auflage,

bearbeitet von

Dr. Karl Eduard Zetzsche,
Prof. a. d. Königl. Höheren Gewerbschule zu Chemnitz.

Mit 178 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig
Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber
1870.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die schnelle Ausbreitung der elektrischen Telegraphen über alle Theile der Erde und die immer mehr sich steigernde Benutzung derselben als allgemeines Communicationsmittel hat in allen Kreisen das Bedürfniß und den Wunsch nach Belehrung über diesen Gegenstand hervorgerufen.

Wenn nun das vorliegende Werkchen ursprünglich nur die Bestimmung haben sollte, einen allgemeinen Ueberblick über das Ganze der elektrischen Telegraphie zu geben, so ist es doch auch von Denjenigen benutzt worden, welche in Folge ihrer Stellung als Telegraphenbeamte sich specieller mit den telegraphischen Einrichtungen zu beschäftigen haben. Um es in dieser Beziehung nutzbarer zu machen, sind zwar die Kapitel, welche von den elektromagnetischen Drucktelegraphen, von den Combinationen der Apparattheile und von den

Telegraphenleitungen und den Einwirkungen der atmosphärischen Elektricität auf die Leitungen und Apparate handeln, vervollständigt und, so wie die übrigen, mit Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen, verbessert worden, doch würde der Verfasser dies in noch größerem Maßstabe gethan haben, wenn er nicht durch den vorgeschriebenen Umfang des Buches, als Glied einer größeren Kette von Katechismen, daran verhindert gewesen wäre.

Nichtsdestoweniger hofft derselbe, daß es geeignet sein werde, die Kenntniß des mit der Telegraphie gebotenen wichtigen Communicationsmittels zu befördern und specielleres Studium desselben vorzubereiten.

Dresden, im August 1863.

Ludwig Galle.

Vorwort zur vierten Auflage.

Wenn schon beim Erscheinen der dritten Auflage des Katechismus der elektrischen Telegraphie eine Erweiterung desselben nach verschiedenen Seiten hin dem Verfasser wünschenswerth erschien, so war eine solche für die vierte Auflage geradezu unabweisbar geworden. Machte doch die Ueberfülle des Stoffes eher die rechte Auswahl und die Beschränkung auf das Wesentlichste schwierig. Darf daher einerseits der Verleger auf Anerkennung seiner Bereitwilligkeit zur Erweiterung des Umfanges und zu einer sehr wesentlichen Vermehrung und theilweisen Erneuerung der Holzschnitte rechnen, so zählt andererseits der, nach dem Tode des Verfassers von Seiten der Verlagshandlung zur Bearbeitung der vorliegenden neuen Auflage aufgeforderte, Unterzeichnete auf geneigte Nachsicht da, wo etwa ein Fachmann eine andere Auswahl oder Anordnung

wünschen möchte, und hofft zugleich zuversichtlich, daß die neue Auflage in ihrer Brauchbarkeit nicht hinter den früheren zurückbleibe. Noch sei ihm gestattet, ergänzend zu erwähnen, daß die Copir- und Typendrucktelegraphen, so wie die Doppeltelegraphie von ihm in einem besonderen Werkchen (Leipzig 1865), die unterseeische Telegraphie aber in einigen Aufsätzen in der Zeitschrift für Mathematik und Physik (Jahrgang XII und XIII) ausführlicher besprochen worden sind. Die Mittheilungen über die Feldtelegraphie (Fr. 210) wurden zum größten Theil einem ganz kürzlich in demselben Verlage unter dem Titel: „Militär-Telegraphie von Théodore Fix. Deutsch von C. M. von Weber" erschienenen Werke entnommen, welches diesen Zweig der Telegraphie sehr eingehend behandelt.

Und somit mag denn die neue Auflage einer freundlichen Aufnahme empfohlen sein!

Chemnitz, im November 1869.

Eduard Zetzsche.

Inhaltsverzeichniß.

Erstes Kapitel.

Ueber Telegraphie im Allgemeinen und nicht-elektrische Telegraphen.

Zweites Kapitel.

Die Reibungselektricität und ihre Anwendung auf die Telegraphie.

Drittes Kapitel.

Die galvanische Elektricität.

Viertes Kapitel.

Die galvanischen Batterien.

Fünftes Kapitel.

Stärke, chemische Wirkungen, Licht- und Wärme-Erscheinungen des galvanischen Stromes.

Sechstes Kapitel.

Vom Magnetismus und Elektromagnetismus.

Siebentes Kapitel.

Von der elektro-elektrischen und magneto-elektrischen Induction.

Achtes Kapitel.

Anwendung des Galvanismus auf die Telegraphie. Chemische Telegraphen.

Neuntes Kapitel.

Die Anfänge der elektromagnetischen Telegraphie.

Zehntes Kapitel.

Die Nadeltelegraphen.

Elftes Kapitel.

Die Zeigertelegraphen.

Zwölftes Kapitel.

Die Typendrucktelegraphen.

Dreizehntes Kapitel.

Die elektromagnetischen Drucktelegraphen.

Vierzehntes Kapitel.

Die Copirtelegraphen.

Fünfzehntes Kapitel.

Die elektrischen Klingeln, Läutewerke, Wecker.

Sechszehntes Kapitel.

Elektrische Uhren. Sicherheitstelegraphen für Eisenbahnen.

Siebzehntes Kapitel.

Von den Telegraphenleitungen und den Einwirkungen der atmosphärischen Elektricität auf die Leitungen und Apparate.

Achtzehntes Kapitel.

Combinationslehre.

Neunzehntes Kapitel.

Die Doppeltelegraphie.

Zwanzigstes Kapitel.

Geschichtliche und statistische Bemerkungen über die Entwickelung und Ausbreitung der elektrischen Telegraphen.

Katechismus

der

Elektrischen Telegraphie.

Katechismus der Elektrischen Telegraphie.

Erstes Kapitel.

Ueber Telegraphie im Allgemeinen und nicht-elektrische Telegraphen.

1. Was ist ein Telegraph?

Unter einem Telegraphen (Fernschreiber) versteht man eine Vorrichtung, mittelst welcher man in die Ferne schreiben kann, namentlich eine solche, durch welche eine jede Nachricht zu jeder beliebigen Zeit und auf jede beliebig große Entfernung mit möglichst großer Geschwindigkeit befördert werden kann. Die Kunst, durch sinnlich wahrnehmbare Zeichen eine Nachricht in der angegebenen Weise zu befördern, heißt Telegraphie. Die Beförderung einer Nachricht mittelst eines Boten, die Beförderung einer geschriebenen oder gedruckten Nachricht mittelst der Post und ähnlicher Gelegenheiten ist demnach keine telegraphische Beförderung.

2. In welcher Weise kann eine Nachricht telegraphisch befördert werden?

Rücksichtlich der zu befördernden Nachricht sind nur zwei verschiedene telegraphische Beförderungsweisen zu unter-

scheiden: entweder soll blos eine oder nur wenige im Voraus festgesetzte Nachrichten befördert werden, oder jede beliebige Nachricht. Im ersteren Falle, wenn z. B. blos der Eintritt eines bestimmten Ereignisses kundgegeben werden soll, reicht man mit einem einzigen oder einigen wenigen sinnlich wahrnehmbaren Zeichen (Signalen) aus; von diesem einfacheren Fall, dem Signalisiren, braucht daher im Folgenden nicht weiter die Rede zu sein. Im zweiten Falle handelt es sich fast ausschließlich um Nachrichten, welche durch Worte ausdrückbar sind, und es stehen dann zwei Wege offen: entweder man verabredet für die einzelnen Worte und Wortformen eine ausreichende Anzahl von Zeichen (z. B. Ziffergruppen), schreibt beide neben einander in ein Wörterbuch (Chiffer-Lexikon) und telegraphirt dann jedes Wort durch sein Zeichen; oder, und zwar bei Weitem vorwiegend, man verabredet für jeden Buchstaben, jede Ziffer, jedes Interpunktionszeichen ꝛc. ein telegraphisches Zeichen und buchstabirt (schreibt) dann die Nachricht telegraphisch. Gerade dieses stückweise Befördern der Nachricht ist für die telegraphische Beförderung charakteristisch, weil es aus diesem Grunde einestheils nöthig wird, daß der Absendungsort und der Empfangsort während der ganzen Beförderungszeit in einer Weise verbunden bleiben, welche die Beförderung der telegraphischen Zeichen ermöglicht, und weil anderentheils, unter Ausschluß einer sogenannten Massenbeförderung, die Zahl der Nachrichten, welche in einer bestimmten Zeit auf demselben Wege befördert werden können, auch von der Länge dieser Nachrichten abhängig wird.

3. Welche Mittel zum Telegraphiren stehen uns zu Gebote?

Da die telegraphischen Zeichen nur ausnahmsweise unmittelbar durch das Gefühl wahrnehmbar gemacht werden können, so steht uns nur die Wahl frei zwischen sichtbaren und hörbaren Zeichen. Wohl aber können die tönenden

und sichtbaren Schwingungen entweder unmittelbar vom Absendungsorte bis zum Empfangsorte fortgepflanzt und dem Auge durch einen optischen Telegraphen oder dem Ohr durch einen akustischen Telegraphen wahrnehmbar gemacht werden; oder man kann sich irgend eines Zwischenmittels bedienen, um vom Absendungsorte aus mittelbar am Empfangsorte Zeichen zu geben. Sehen wir im letzteren Falle von der Benutzung starrer Körper (z. B. von gewöhnlichen Klingelzügen) ab, weil ihre Anwendung so sehr beschränkt ist, so bleiben uns als benutzbare Zwischenmittel noch die atmosphärische Luft, das Wasser und die Elektricität übrig, welche wir beziehungsweise durch einen pneumatischen, hydraulischen oder elektrischen Telegraphen unseren Zwecken dienstbar machen.

4. Wie ist ein pneumatischer Telegraph eingerichtet?

Der Vorschlag von E. B. Rowley (1838), zwei Stationen in Entfernungen von je 10 engl. Meilen durch je sechs Bleiröhren zu verbinden und durch dieselben aus einem an dem einen Ende befindlichen Luftbehälter Luftblasen in mit Wasser gefüllte Gefäße am anderen Ende austreten zu lassen, fand eben so wenig Eingang, als der von Crosley (1839), mittelst einer Röhre und zehn verschiedener, auf den Luftbehälter aufzulegender Gewichte zu telegraphiren. Die in neuerer Zeit an verschiedenen Orten mit Erfolg angewendeten Röhrenanlagen, in denen man, ähnlich wie bei den atmosphärischen Eisenbahnen, in Hülsen oder auf kleinen Wagen Schriftstücke durch Verdünnung der Luft vor der Hülse, oder Verdichtung derselben hinter der Hülse (in ähnlicher Weise in Paris auch durch Wasserdruck) befördert, sind keine eigentlichen Telegraphen. Für häusliche Zwecke empfiehlt sich der (in Paris 1867 ausgestellte) pneumatische Telegraph (atmosphärischer Klingelzug) von Sparre, bei welchem an der Mauer hingeführte, nur

3 Millimeter weite Röhren aus Zinn oder Blei in ein Kautschukrohr mit birnförmigem, faustgroßen Ballon enden; die dünne, sehr elastische Bodenfläche des am anderen Ende der Röhre befindlichen, gleichgroßen Kautschukcylinders baucht sich, so oft man den Ballon mit der Hand zusammendrückt, stark aus, setzt dabei ein Läutewerk in Thätigkeit, und kann, ähnlich wie bei den elektrischen Haus-Telegraphen, außerdem auch bleibend sichtbare Zeichen hervorrufen.

5. Wie ist ein hydraulischer Telegraph einzurichten?

Wiederholt (zuerst Bramah 1796, noch 1867 Tabourin in Lyon) hat man eine (oder mehrere) 1½ Zoll weite, an ihren Enden aufwärtsgebogene, mit Wasser gefüllte Röhre dadurch zum Telegraphiren zu benutzen gesucht, daß man durch Zufüllen oder Ablassen von Wasser die in den beiden umgebogenen Enden auf dem Wasser schwimmenden Kolben gleichzeitig hob oder senkte und aus dem Kolbenstande an einer Scala oder mittelst eines Zeigers auf einem Zifferblatte die zu telegraphirenden Zeichen ablas. 1837 versuchte Wishaw zu London durch eine in eine Röhre eingeschlossene Wassersäule in der Längsrichtung eine Bewegung, z. B. Schallerzitterungen, fortzupflanzen und am anderen Ende auf einen Zeiger zu übertragen. Wesentlich anders war der hydraulische Telegraph des Aeneas Taktikos (im 4. Jahrh. v. Chr.); an den beiden Stationen schwammen auf zwei gleichen mit Wasser gefüllten Gefäßen Korke mit Täfelchen, welche mit verschiedenen Nachrichten beschrieben auf verschieden lange Stäbchen gesteckt waren; durch eine Fackel wurde das Signal zum Oeffnen eines Hahns an jedem der beiden Gefäße gegeben und nun floß das Wasser aus, bis ein zweites Signal gegeben wurde, in dem Augenblicke, wo das mit der zu befördernden Nachricht beschriebene Täfelchen in beiden Gefäßen gerade in gleicher Höhe mit dem Gefäßrande stand.

6. Was versteht man unter optischer Telegraphie?

Bei der optischen Telegraphie werden sichtbare Zeichen unmittelbar fortgepflanzt. Schon die Alten (in Amerika nicht minder, als in Europa) kannten diese Art der Mittheilung. Die Griechen meldeten schon 1184 v. Chr. den Fall Troja's durch Feuersignale (Pyrsoi) telegraphisch nach Griechenland; um 450 v. Chr. aber sollen Kloxenos und Demokritos einen Buchstabentelegraphen hergestellt haben, indem sie die 25 Buchstaben in fünf Reihen auf eine Tafel schrieben und nun durch 1—5 auf der linken Seite einer Blendung vorgehaltene Fackeln (am Tage durch Flaggen) angaben, in welcher Reihe der zu telegraphirende Buchstabe stand, während sie durch 1—5 gleichzeitig auf der rechten Seite vorgehaltene Fackeln anzeigten, der wievielste Buchstabe in dieser Reihe gemeint war. Bei den Römern waren 24 Feuer in 3 räumlich getrennte Gruppen zu je 8 eingetheilt, von denen man 1—8 Feuer in einer Gruppe beliebig sichtbar machen konnte, um so die 24 Buchstaben des Alphabets nach einander in beliebiger Aufeinanderfolge zu markiren. Nachdem im Mittelalter wenig Gebrauch von optischen Telegraphensignalen (Flaggen, Raketen) gemacht worden war, schlug im Jahre 1684 der englische Mathematiker Hooke und später der französische Mechaniker Amontons die Anwendung des Fernrohrs zur Beobachtung der optischen Signale vor; aber obgleich das Fernrohr bei der späteren optischen Telegraphie unentbehrlich war, und obgleich Edgeworth 1763 die erste Telegraphenlinie zu seinem Privatgebrauch zwischen London und Newmarket errichtet hatte, so kamen doch diese Vorschläge, so wie mehrere andere aus derselben Zeit, nicht zur dauernden praktischen Anwendung, bis es endlich dem französischen Ingenieur Chappe nach mehrjährigen, von seinen Brüdern unterstützten Bemühungen gelang, brauchbare optische Telegraphen herzustellen und 1794 eine Linie

zwischen Paris und Lille zu vollenden; die auf dieser 30 Meilen langen Strecke errichteten 22 Telegraphen kosteten 4400 Livres. Nach und nach (bis 1842) wurden nach diesem System mit einem Aufwand von 1 130 000 Frcs. Linien von 5000 Kilometer ($7^1/_2$ Kil. = 1 deutsche Meile) Länge mit 534 Stationen hergestellt, um 29 Städte mit Paris zu verbinden, und blieben zum Theil bis 1855 im Gebrauch.

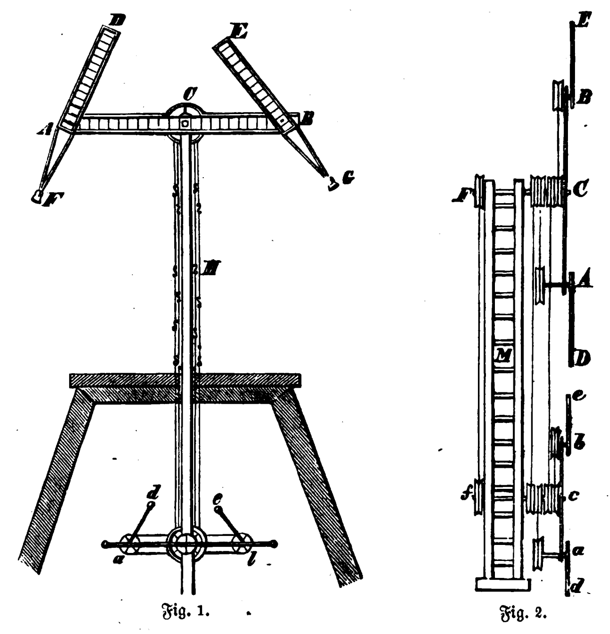


Fig. 1. Fig. 2.

7. Worin besteht das optische Telegraphensystem von Chappe?

Der optische Telegraph von Claude Chappe, welcher in Fig. 1 in der Vorderansicht und in Fig. 2 in der Seiten-

ansicht dargestellt ist, besteht aus einem senkrechten Maste M, welcher 14—15 Fuß über den oberen Theil eines Thurmes oder eines hohen, weit sichtbaren Gebäudes hervorragt. An dem obersten Theile dieses Mastes befindet sich ein 14 Fuß langer, 13 Zoll breiter, 2 Zoll dicker, jalousienartiger, um den Punkt C drehbarer Arm AB, der Regulator, an dessen beiden Enden A und B die 6 Fuß langen und 1 Fuß breiten Flügel oder Indicatoren AD und BE ebenfalls in senkrechter Ebene drehbar sind und durch die Gewichte F und G im Gleichgewicht erhalten werden. Durch eine Kurbel können sowohl der Regulator als die Flügel vom Stationszimmer aus im Kreise herumgedreht werden und alle möglichen Stellungen gegen einander einnehmen. Von diesen Stellungen werden zur Zeichengebung nur die in der Ferne leicht zu unterscheidenden benutzt, nämlich die senkrechte, die waagrechte, die rechts schräge und die links schräge (unter einem Winkel von 45 Grad). Der Regulator kann 4 solche Stellungen einnehmen; von den 8 Flügelstellungen bleibt diejenige weg, in welcher der Flügel die Verlängerung des Regulators bildet, weil sie mit der Stellung, in welcher der Flügel mit dem Regulator zusammenfällt, leicht verwechselt werden könnte; der eine Flügel kann demnach bei jeder Stellung des anderen 7, im Ganzen 7 × 7 = 49 verschiedene Figuren bilden. Zur Vermehrung der Sicherheit setzte Chappe fest, daß jedes Zeichen bei schräger Lage des Regulators gebildet werden, aber erst Geltung erlangen sollte, wenn der Regulator mit dem unveränderten Zeichen in die verticale oder horizontale Stellung gebracht würde. So konnten 4 × 49 = 196 verschiedene Zeichen mit der ganzen Maschine gegeben werden, von denen die 98 auf der rechten schrägen Stellung gebildeten für die eigentliche telegraphische Correspondenz, und zwar zum Theil zur Bezeichnung ganzer Wörter und Sätze, die anderen 98 blos zu dienstlichen Notizen verwendet wurden.

Fig. 2 zeigt, wie der Regulator und die beiden Flügel gedreht werden können. Im Inneren des Thurmes oder Gebäudes befindet sich ein doppelarmiger Hebel ab in gleicher Lage mit dem Regulator, und an den Enden jenes Hebels zwei einarmige Hebel ad und be in gleicher Lage mit den Flügeln. Endlose Ketten laufen über Rollen, welche auf den Drehungsachsen der Hebel, des Regulators und der Flügel sitzen, und von denen die zusammengehörenden gleichen Durchmesser haben, und übertragen jede Bewegung des Hebels ab auf den Regulator, und jede Drehung der Hebel ad und be auf die Flügel AD und BE so, daß der Regulator mit den Flügeln immer dieselbe Figur bildet, wie die drei Hebel im Stationszimmer.

Jedes von einer Station einer optischen Telegraphenlinie mit dem Flügelwerk gegebene Zeichen wird von der nächsten Station mit dem Fernrohr beobachtet und mittelst des Hebelwerkes nachgebildet, worauf die folgende Station dasselbe thut, bis das Zeichen an den Bestimmungsort gelangt ist. Die Beobachtung und Nachbildung eines Zeichens erforderte unter günstigen Umständen 20 Secunden. Im Durchschnitt konnte man täglich 6 Stunden arbeiten. Von Paris nach Toulon (32 Meilen) brauchte ein Zeichen 13 Minuten.

1838 legte man den Regulator fest und deutete seine Stellung durch einen höher gelegten Flügel (das Mobile) an. In Afrika ließ man auch das Mobile weg.

8. Welche optische Telegraphen wurden sonst noch ausgeführt?

In England wurde im J. 1796 eine optische Linie von London nach Dover und Portsmouth gebaut; der dabei verwendete Telegraph von Lord Murray enthielt in einem Rahmen 6 achteckige, in zwei senkrechten Reihen angeordnete schwarze Tafeln, deren jede vom Stationszimmer aus mittelst Rollen und Schnuren um ihre Achse drehbar war und dem Beobachter entweder ihre volle Fläche oder eine schwarze

Linie zeigte, welche letztere in einiger Entfernung verschwand. Durch das gleichzeitige Hervortreten oder Verschwinden verschiedener Tafeln konnten 64 verschiedene Zeichen gegeben werden.

Der preußische optische Telegraph, welcher seit 1832 zuerst zwischen Berlin, Cöln und Trier ausgeführt wurde, trug an einem senkrechten Maste unter einander 3 Flügelpaare; jeder dieser 4 Fuß langen und 15 Zoll breiten Flügel ließ sich mittelst Rollen auf der einen Seite des Mastes im Halbkreis drehen; von den dabei möglichen Flügelstellungen wurden nur vier (die senkrechte, die waagrechte, die unter 45 Grad schräg nach unten und die unter 45 Grad schräg nach oben) zum Zeichengeben benutzt; daher konnte man mit einem Flügelpaare $4 \times 4 = 16$, mit allen drei Flügelpaaren $16 \times 16 \times 16 = 4096$ verschiedene Zeichen geben.

Auch in Schweden (1795), Dänemark (1802), Asien (Ostindien 1823), Afrika (Egypten), Oesterreich (1835) und Rußland (1839) wurden optische Telegraphen angelegt, ja noch 1849 eine Linie von Pola nach Triest gebaut.

Auf verschiedene Weise versuchte man mit Lichtern das Telegraphiren auch bei Nacht und Nebel zu ermöglichen. In England wollte man mittelst Combination von fünf Lampen die erforderlichen Zeichen geben; in einem anderen Falle benutzte man vier große Hohlspiegel in einer horizontalen Reihe. Gauß schlug zum Telegraphiren seinen Heliotropen vor, dessen kleine Spiegel das Sonnenbild zurückwerfen und in der Entfernung von 5—6 Meilen dem bloßen Auge sichtbar machen; Combinationen solcher Lichtblicke in die Ferne können die verschiedenen Zeichen geben; Steinheil suchte dabei bei Nacht das Sonnenlicht durch Drümmond'sches Kalklicht zu ersetzen.

Der Tag- und Nacht-Telegraph von Villalongue hatte vor je drei auf den beiden entgegengesetzten Seiten eines Thurmes angebrachten runden Oeffnungen Scheiben von dunklem Blech mit einem weißen, 6—9 Fuß langen, 7 Zoll

breiten Schlitz oder Querstreifen von durchsichtiger Masse, und diese wurden des Nachts von Innen erleuchtet; sie drehten sich gleichzeitig mit den an der hinteren Seite befindlichen entsprechenden Scheiben auf einer Achse, damit die von einer Station aufgenommenen Zeichen sogleich von der folgenden Station gesehen und nachgeahmt werden konnten. Der Streifen der beiden äußersten Scheiben ersetzte die Flügel, der Streifen der mittleren Scheibe den Regulator am Chappe'schen Telegraphen.

Bei dem 1867 auf der Pariser Ausstellung ausgestellten Telegraphen des österreichischen Obersten v. Eder bilden drei Scheiben die Spitzen eines gleichschenkeligen Dreiecks und werden dem Beobachter unsichtbar, wenn sie um ihre horizontalen Achsen so weit gedreht werden, daß sie ihm ihre schmale Seite zukehren. Bei Nacht kommen hinter die Scheiben Lampen mit Hohlspiegeln, welche durch die Drehung der Scheiben verdunkelt werden.

Von den auf Eisenbahnen gebräuchlichen optischen Telegraphen, welche gewöhnlich aus einem senkrechten Maste mit zwei oder drei Flügeln bestehen, ist der Treutler'sche Tag- und Nacht-Telegraph besonders erwähnenswerth. Derselbe hat auf zwei Armen kleine, schräggestellte Spiegelstücke, die während der Nacht das Licht einer am Maste angebrachten Laterne so nach der nächsten Telegraphenstelle hinwerfen, daß sie ganz erleuchtet erscheinen. Da sich auf beiden Seiten des Mastes in der Drehungsachse der Arme eine Lampe befindet und die Schrägstellung der Spiegel so abwechselt, daß die eine Hälfte der Spiegel das Licht der einen Lampe nach einer Richtung, die andere Hälfte das der anderen Lampe nach der entgegengesetzten Richtung reflectirt, so können die Arme stets von zwei entgegengesetzten Richtungen gesehen werden. Die Lampen haben nach vorn eine rothe Scheibe, und markiren demnach einen rothen leuchtenden Punkt, um den sich die Flügel drehen.

9. Wie lassen sich optische Telegraphen in Verbindung mit elektrischen benutzen?

Die optische Telegraphie wurde durch die elektrische sehr in den Hintergrund gedrängt; außerdem daß ihre schwerfälligen Apparate die Zeichen nur verhältnißmäßig langsam beförderten, wurde die Beförderung durch Nacht und Nebel, Regen und Schnee zu oft unmöglich gemacht, da die Beleuchtungsvorschläge sich nicht auf die Dauer Eingang zu verschaffen vermochten. Obgleich aber längere optische Linien jetzt nirgends in beständigem Gebrauche stehen, so wurden optische Telegraphen doch für manche, namentlich militärische Zwecke vorübergehend bis in die neueste Zeit (Krim-Krieg) benutzt, weil bei ihnen die Verbindung zwischen zwei Stationen nicht böswillig beschädigt oder zerstört werden kann. Will man sich der optischen Telegraphen in Verbindung mit elektrischen bedienen, so pflanzt man die zu gebenden Zeichen durch eine Anzahl Fahnen, Gewehre oder anderer hervorragender Gegenstände, welche in verschiedenen Combinationen emporgehoben werden, von einer Personengruppe zur anderen fort. Bei Belagerung von Festungswerken (z. B. in Venedig im J. 1859) ahmte man auch das im dreizehnten Kapitel näher beschriebene Alphabet des Morse'schen Telegraphen optisch mit Hülfe zweier Scheiben bei Tage oder zweier Lichter bei Nacht nach. Das Erscheinen einer Scheibe oder eines Lichtes repräsentirte hierbei einen Punkt, das Erscheinen zweier Scheiben oder Lichter einen Strich, und da das Morse'sche Alphabet nur aus Punkten und Strichen besteht, so ist es klar, daß man mit jenen zwei Zeichen alle Buchstaben und Wörter nach einander auf größere Entfernungen sichtbar darstellen konnte.

10. Was versteht man unter akustischer Telegraphie?

Die akustische Telegraphie befördert die Nachricht unmittelbar durch den Schall nach entfernten Orten. Die

anfänglich ohne ein Verstärkungsmittel benutzte menschliche Stimme, eben so die auch heutzutage noch vielfach angewandten Instrumente, als Trompeten, Pfeifen, Glocken, Sprachrohre reichen nur in geringere Entfernungen und bieten wenig Sicherheit dar. In Schallröhren pflanzt sich der Schall auf viel größere Entfernungen und zugleich wesentlich schneller fort, als in freier Luft. Nach angestellten Versuchen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls im Wasser viermal (im Eisen sogar 10½ mal) so groß, als in der Luft, und sollen selbst schwache Töne unter Wasser in der Entfernung von vielen Meilen noch hörbar sein. Trotzdem lassen sich solche Röhren wegen der zu großen Anlagekosten nicht im Großen für telegraphische Zwecke verwerthen. Durch hohlgeschliffene harte Körper (von Metall, Stein ꝛc.) von ovaler (elliptischer oder parabolischer) Form ließe sich der Schall auf einer großen Fläche auffangen und nach einem nahe davor befindlichen Punkte verstärkt zurückwerfen. — Auch für die akustische Telegraphie kann man das Morse'sche Telegraphen-Alphabet anwenden, indem man das Anschlagen an eine Glocke einen Punkt und das Anschlagen an eine zweite Glocke einen Strich bedeuten läßt. Es ist selbst eine Glocke hierzu ausreichend, wenn man kurzes und längerdauerndes Anschlagen unterscheidet.

Zweites Kapitel.

Die Reibungselektricität und ihre Anwendung auf die Telegraphie.

11. Was versteht man unter Reibungselektricität?

Eine Menge Substanzen erhalten, wenn man sie mit einer anderen Substanz reibt, die Fähigkeit, leichte Körperchen, als Papierschnitzel, Kügelchen von Kork oder Hollundermark, anzuziehen und nach der Berührung wieder abzustoßen; man nennt die Ursache dieser Erscheinung, welche man schon im Alterthum am Bernstein beobachtet hatte, Elektricität (von dem griechischen Worte Elektron, d. h. Bernstein), und insofern sie durch Reiben eines Körpers entsteht, Reibungs-elektricität.

12. Aeußert sich die Reibungselektricität immer auf gleiche Weise?

Die Reibungselektricität äußert sich auf verschiedene Weise, je nach der Natur der geriebenen Körper. Reibt man z. B. Glas mit Seide, so zieht das Glas leichte Körperchen an und stößt sie nach der Berührung wieder ab, die Seide dagegen zieht das vom Glase abgestoßene Körperchen wieder an. Mit Wolle geriebenes Harz verhält sich gerade wie die Seide, denn die vom Glase nach der Berührung abgestoßenen Körperchen werden vom Harze wieder angezogen, und so umgekehrt. Hieraus geht hervor, daß Glas und Harz durch das Reiben mit Seide und mit Wolle verschiedene elektrische Zustände annehmen, die immer die entgegengesetzten Wirkungen hervorbringen, und man bezeichnet die Ursache des

ersteren als Glaselektricität oder positive Elektricität (+E) und die des letzteren als Harzelektricität oder negative Elektricität (—E). Diese beiden Elektricitäten haben immer das Bestreben, sich gegenseitig anzuziehen, und gleichen sich, wenn beide gleich stark sind, bei Berührung der entgegengesetzt elektrischen Körper so aus, daß ein völlig unelektrischer oder neutraler Zustand eintritt. Man nimmt daher an, daß in allen Körpern zwei entgegengesetzte elektrische Flüssigkeiten*) sich vereinigt oder gebunden befinden und durch Reiben sich dergestalt trennen oder frei werden, daß die eine Art der Elektricität auf den geriebenen, die andere Art auf den reibenden Körper tritt. Reibt man also Glas mit Seide, so tritt die positive Elektricität an das Glas, die negative auf die Seide.

13. Was versteht man unter der Spannungsreihe?

Man kann die verschiedenen Stoffe derart in eine Reihe stellen, daß jedes Glied der Reihe mit einem nachfolgenden gerieben positiv, mit einem vorhergehenden gerieben negativ elektrisch wird. Diese Reihe heißt Spannungsreihe und lautet etwa: + Pelz, Flanell, Elfenbein, Glas in gewöhnlichem Zustand, Baumwolle, Seide, die menschliche Haut, trocknes Holz, Metall, Kautschuk, Schellack, Wachs, Schwefel, Guttapercha —.

Das Vorzeichen (+ oder —) der an einem Körper auftretenden Elektricität ist übrigens außerdem von Oberflächen-

*) Auf Grund einer Menge Thatsachen, namentlich wegen der vielfachen innigen Beziehungen zwischen Elektricität, Licht und Wärme, neigen sich die Physiker jetzt mehr und mehr von dieser stofflichen Auffassung der Elektricität zu der Ansicht, daß die Ursache der Elektricität ähnlich wie die des Lichts und der Wärme in gewissen Schwingungen zu suchen sei, daß also der elektrische Strom nicht in einer Fortbewegung der elektrischen Flüssigkeiten selbst, sondern nur in der Fortpflanzung eines Schwingungszustandes bestehe. Ueber die Natur jener Schwingungen ist aber noch Nichts festgestellt.

beschaffenheit und Temperatur desselben, so wie von der Art der Reibung abhängig.

14. Wie kann man freie Elektricität am leichtesten wahrnehmen?

Ob ein Körper durch Reiben elektrisch geworden ist, erfährt man am sichersten durch ein Elektroskop. Das einfachste derselben, das elektrische Pendel (Fig. 3), besteht aus einem leichten Kügelchen von Hollundermark oder Kork, welches an einem leinenen oder seidenen Faden aufgehängt ist. Nähert man diesem Kügelchen einen Körper, auf welchem sich freie Elektricität befindet, so wird es angezogen und darauf abgestoßen.

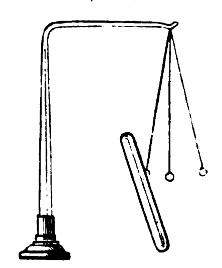


Fig. 3.

15. Nach welchem Gesetz erfolgt die Anziehung und Abstoßung der verschiedenen Elektricitäten?

Gleichnamige Elektricitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Die ungleichnamigen Elektricitäten vereinigen sich nach erfolgter Berührung oder neutralisiren sich. Nach diesem Gesetze läßt sich auch das Vorzeichen der freien Elektricität eines Körpers mit einem Elektroskop prüfen, welches man vorher mit Elektricität von bekanntem Vorzeichen geladen hat.

16. Was ist ein Leiter der Elektricität?

Ein Leiter nimmt von einem elektrischen Körper, den er berührt, die Elektricität auf, verbreitet sie auf seiner Oberfläche, giebt dieselbe aber an andere, ihn berührende Leiter eben so leicht wieder ab.

17. Giebt es verschieden gute Elektricitätsleiter?

Man theilt die Körper ein in gute und schlechte Leiter. Erstere nehmen von einem elektrischen Körper die Elektricität schnell und leicht auf und geben sie eben so leicht wieder ab, letztere nehmen die Elektricität nur sehr langsam oder unmerklich auf. Zu den guten Leitern, welche man vorzugsweise nur Leiter nennt, gehören die Metalle, Kohle, die Flamme, der thierische Körper, verschiedene Flüssigkeiten u. s. w.; zu den schlechten Leitern, die man auch Nichtleiter oder Isolatoren nennt, Edelsteine, Glas, Porzellan, Harz, Guttapercha, Kautschuk, Leder, Seide, Wachs, Elfenbein, trocknes Holz, trockne Luft, fette Oele u. s. w. Die Leitungsfähigkeit eines Körpers hängt außer von der Substanz von seiner Gestalt, Größe, Oberflächenbeschaffenheit, Temperatur und der Stärke oder Intensität der Elektricität ab.

18. Was heißt einen Körper isoliren?

Wenn man einen guten Leiter allenthalben mit schlechten Leitern umgiebt, so daß er die auf ihm befindliche freie Elektricität nirgends abgeben kann, so heißt er isolirt. Wie wichtig die Isolirung der Leiter für die elektrische Telegraphie ist, werden wir in dem Kapitel über die Telegraphenleitung sehen.

19. Wie verhält es sich mit der Leitungsfähigkeit der Erde?

Wird ein elektrischer Körper durch einen Leiter mit der Erde in Verbindung gesetzt, so verliert er seine Elektricität. Man kann also die Erde als einen ungemein großen Leiter, als ein allgemeines Reservoir der Elektricität auffassen. Daß aber der Erdboden auch die Elektricität zu leiten vermag, wird schon durch die in ihm enthaltene Feuchtigkeit bedingt. Vergl. Fr. 57.

20. Wie entsteht ein elektrischer Funken?

Die Elektricität kann auch von einem Körper auf einen

anderen übergehen, ohne daß sich beide unmittelbar berühren; dabei springt an der Uebergangsstelle knisternd oder knallend ein röthlich oder bläulich gefärbter elektrischer Funken über, welcher unter günstigen Umständen mehrere Fuß lang werden kann. Anstatt des Funkens kann auch ein Lichtbüschel oder Glimmlicht auftreten.

21. Worin besteht die elektrische Vertheilung?

Bringt man in die Nähe eines isolirten Leiters einen elektrischen Körper, so wird der isolirte Leiter durch Vertheilung oder Influenz elektrisch. Nähert man dem Leiter einen negativ elektrischen Körper, so wird das diesem zugewandte Ende des Leiters positiv elektrisch, das abgewandte negativ. Entfernt man den elektrischen Körper, so vereinigen sich die in dem Leiter getrennten Elektricitäten wieder und neutralisiren sich. Ein durch Vertheilung elektrisirter Körper wirkt wieder vertheilend auf andere, und diese Wirkungen können sich auf ziemliche Entfernungen fortpflanzen. In den Telegraphenleitungen können durch Vertheilung bei Gewittern elektrische Strömungen entstehen, welche störend auf die Apparate wirken.

22. Was ist eine Elektrisirmaschine?

Eine Elektrisirmaschine, d. h. eine Vorrichtung, mittelst welcher auf leichte Weise große Mengen Reibungselektricität erzeugt und gesammelt werden können, besteht aus drei Hauptheilen, dem geriebenen Körper, dem Reibzeuge und dem Conductor. Ersterer ist gewöhnlich ein Cylinder oder eine Scheibe von Glas, welche durch eine Kurbel um eine Achse gedreht und dabei an das Reibzeug, ein mit Zinnamalgam bestrichenes Kissen, angedrückt wird. Der Conductor, welcher die auf dem Glase durch die Reibung angesammelte Elektricität aufzunehmen hat, ist ein auf Glas-

säulen ruhender, also isolirter Cylinder, oder eine Kugel, oder ein Ring von Metallblech, welches mit Metallspitzen in leitender Verbindung steht, die dem sich drehenden Glase sehr nahe sind und von ihm die Elektricität gleichsam aufsaugen. Die positive Elektricität (+E) geht auf den Conductor über, die negative (—E) wird durch eine Kette vom Reibzeuge nach der Erde abgeführt. Von dem Conductor aus kann man die Elektricität beliebig weiter leiten.

Die Influenzmaschine hat gar kein Reibzeug; in ihr wird die Elektricität durch die vertheilende Wirkung erzeugt, welche eine anfänglich elektrisch gemachte feststehende Glasscheibe auf die bewegliche ausübt.

23. Was ist ein Elektrophor?

Ein Elektrophor besteht aus einem glatten Harzkuchen (aus Schellack, Mastix, Terpentin und Wachs oder Marineleim zusammengesetzt), welcher in eine metallene Form eingegossen ist und durch Schlagen mit einem Fuchsschwanze oder Katzenpelze negativ elektrisch gemacht wird, worauf man einen an seidenen Schnüren hängenden Metalldeckel frei darauf setzt. Durch die negative Elektricität des Harzkuchens wird die freie E im Deckel vertheilt, die +E wird angezogen, die —E abgestoßen und auf der oberen Fläche des Deckels angehäuft. Berührt man nun letztere mit dem Finger, so entfernt sich die —E und der Deckel bleibt mit +E geladen, welche sich nach dem Abheben des Deckels auf demselben verbreitet und nunmehr zur Ladung eines Conductors benutzt werden kann. Die Metallform, auf welcher der Harzkuchen liegt, trägt durch die Vertheilung der Elektricität in derselben dazu bei, die +E in der unteren Kuchenhälfte zu binden und dadurch eine größere Menge von —E auf der oberen Kuchenhälfte zu liefern und festzuhalten, als bei isolirender Unterlage festgehalten werden könnte.

24. Was ist eine Leydener Flasche und eine elektrische Batterie?

Große Mengen entgegengesetzter Elektricitäten lassen sich mittelst der Leydener Flasche (Fig. 4) ansammeln. Dieselbe besteht aus einer innerlich und äußerlich bis auf wenige Zoll vom Rande gg′ herunter mit Stanniol (Zinnfolie) belegten Glasbüchse, deren äußerer Belag mit der Erde und deren innerer mit einem Metallstabe t und einer Metallkugel b in leitender Verbindung steht. Wenn man die Kugel mit dem Conductor einer thätigen Elektrisirmaschine in Verbindung setzt, so sammelt sich positive Elektricität am inneren, wirkt vertheilend auf den zur Erde abgeleiteten äußeren Belag, auf welchem blos die negative Elektricität zurückbleibt und die +E auf dem inneren Belage bindet, so daß dieser eine neue Menge +E aufnehmen kann und sich nach und nach auf beiden viel entgegengesetzte Elektricität anhäuft und angehäuft bleibt, wenn man schließlich beide Leitungsdrähte der Beläge beseitigt. Das Bestreben zur Wiedervereinigung dieser beiden entgegengesetzten Elektricitäten, d. h. die elektrische Spannung, ist um so größer, je mehr Elektricität vom Conductor zum inneren Belag geführt worden ist. Eine Vereinigung dieser beiden entgegengesetzten Elektricitäten, d. h. eine Entladung der Flasche, erfolgt, wenn man den inneren Belag mit dem äußeren durch einen Leiter verbindet; die Entladung ist von lebhaftem Knall und Funken begleitet; erfolgt sie durch den menschlichen Körper hindurch, so erhält derselbe eine heftige Erschütterung. Gewöhnlich liefert die Flasche einige Zeit nach der ersten Entladung noch eine zweite (den Nachschlag, das Residuum).

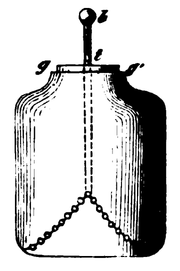


Fig. 4.

Verbindet man die inneren und eben so die äußeren Beläge mehrerer Flaschen, so erhält man eine elektrische Batterie, deren Ladung mit der Zahl der Flaschen wächst und deren Entladung daher auch sehr starke Wirkungen hervorbringt. Diese Batterie ist nicht mit der galvanischen (nassen) Batterie zu verwechseln, die als Erregungsmittel des galvanischen Stromes dient (Fr. 37).

25. Wie groß ist die Geschwindigkeit des elektrischen Fluidums?

Verschiedene Versuche, die Geschwindigkeit der beiden entgegengesetzten elektrischen Fluida bei ihrer Vereinigung durch einen metallischen Schließungsdraht zu ermitteln, blieben ohne Erfolg, bis der englische Gelehrte Wheatstone auf sinnreiche Weise durch einen sehr schnell rotirenden Spiegel eine Verrückung der Bilder überspringender Funken beobachtete und daraus berechnete, daß der elektrische Strom in einer Secunde einen Weg von 62000 geographischen Meilen zurücklegt.

Wesentlich verschiedene Resultate haben spätere Messungen über die Geschwindigkeit der galvanischen Elektricität ergeben, und namentlich hat man hierbei jene viel geringer (bis zu 15000 englischen oder 3300 deutschen Meilen) gefunden, so daß man annehmen muß, die Geschwindigkeit der Elektricität hänge noch von verschiedenen Umständen (Art der Elektricitätserregung, Beschaffenheit der Leiter u. s. w.) ab, welche zeither noch nicht gehörig bei den Messungen berücksichtigt worden sind.

26. Wie versuchte man die Reibungselektricität für die Telegraphie zu verwerthen?

Schon im J. 1753 wurde von einem mit C. M. unterzeichnenden Unbekannten (angeblich dem Schotten Charles Marshall) brieflich auf die Benutzung der Reibungselektricität zum Telegraphiren hingewiesen und vorgeschlagen,

so viel Drähte, als Buchstaben sind, mit Glas oder Harz isolirt an Trägern zu befestigen, jedes der entfernten Drahtenden mit einer Metallkugel zu versehen und dicht darunter ein leichtes, mit einem Buchstaben bezeichnetes Papierblättchen zu legen. Würde dann irgend ein Draht mit dem geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung gebracht, so würde das Blättchen mit dem Buchstaben angezogen und darauf wieder losgelassen werden, und es könnte auf diese Weise (oder auch mittelst auf Glocken von verschiedener Größe überschlagender Funken) eine Correspondenz geführt werden. Der Verfasser dieser Mittheilung schlägt auch vor, den Leitungsdraht mit Harzkitt zu überziehen, um die Ableitung der Elektricität durch die Luft zu verhindern.

Im J. 1774 wollte Lesage in Genf die gegenseitige Abstoßung von Hollundermarkkügelchen zur Telegraphie benutzen. An den entfernten Enden von 24 Leitungsdrähten sollten je zwei Hollundermarkkügelchen an leicht beweglichen Metalldrähten aufgehängt werden; würden dann die anderen Enden der Leitungsdrähte, von denen jeder einen Buchstaben zu bezeichnen hätte, in beliebiger Reihenfolge mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung gesetzt, so müßten die Hollundermarkkügelchen gleichnamige Elektricität annehmen, sich nach dem oben erwähnten Gesetze gegenseitig abstoßen und dadurch den zugehörigen Buchstaben bezeichnen.

In einem Briefe vom 15. April 1777 hält es Alex. Volta für möglich, mittelst eines auf Holzsäulen ausgespannten Eisendrahts in Mailand eine elektrische Pistole durch eine in Como aufgestellte Leydener Flasche zu lösen; doch scheint er dies nicht zum Telegraphiren zu benutzen beabsichtigt zu haben.

Im J. 1794 gedachte Reußer an der einen Station 26 Glastäfelchen aufzustellen, auf deren jeder in parallelen Reihen schmaler Stanniolstreifen Lücken nach der Figur eines Buchstabens ausgespart waren, wie Fig. 5 den Buchstaben A

zeigt. Von dem Ende x sollte nun ein Draht nach der anderen Station laufen und dort mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine oder dem einen Belag einer Leydener Flasche verbunden werden, während die sämmtlichen anderen Enden y mittelst eines 27sten Drahtes zum anderen Belag der Leydener Flasche zurückführen und mit demselben in Verbindung bleiben sollten. Bei Entladung der Flasche durch den einen oder anderen Draht hindurch mußte der über sämmtliche Lücken hinwegspringende elektrische Funken das leuchtende Bild des Buchstabens bilden.

Fig. 5.

Praktischer waren schon die Vorschläge, welche darauf hinausgingen, mittelst weniger Drähte nur einige verschiedene Zeichen hervorzubringen und aus diesen ein Alphabet zusammenzustellen. So der Vorschlag von Lomond (1787), welcher die Hollundermarkkügelchen an einem einzigen Drahte auf kürzere oder längere Zeit divergiren lassen und diese beiden unterscheidbaren Zeichen weiter combiniren wollte. Ferner der vom Professor Böckmann (1794), welcher auf zwei Leitungsdrähten bald einen, bald mehrere Funken in gewissen Zeitzwischenräumen überspringen ließ und aus diesen Combinationen die Buchstaben und Ziffern zusammenstellte.

Andere derartige Vorschläge gingen aus von Cavallo im J. 1795, von Dr. Salva in Madrid im J. 1796, von Betancourt 1798 und Anderen.

27. Welche Mängel besitzen die telegraphischen Vorrichtungen zur Benutzung der Reibungselektricität?

Die Reibungselektricität ließ sich so hauptsächlich deßhalb nicht für die Telegraphie im Großen anwenden, weil die Anlage wegen der vielen Drahtleitungen sehr kostspielig sein mußte, weil das Geben und Empfangen der Zeichen umständlich und nicht sicher war, weil ferner die Reibungselektricität unbeständig, von dem Feuchtigkeitszustande der Luft abhängig und schwer zu isoliren ist. Am ehesten hätte noch der Gedanke des Engländers Francis Ronalds aus Hammersmith zum Ziel führen können, welcher bei seinen 1816—1823 angestellten Versuchen auf jeder der beiden Stationen durch ein Uhrwerk in vollkommener Uebereinstimmung eine mit Buchstaben beschriebene Scheibe in Umdrehung versetzen ließ und durch ein elektrisches Signal den Moment angab, in welchem der zu telegraphirende Buchstabe auf beiden Stationen vor einem kleinen Fensterchen in einem Schirme vor jeder Scheibe erschienen war.

Drittes Kapitel.

Die galvanische Elektricität.

28. Was heißt Galvanismus oder galvanische Elektricität?

Unter **Galvanismus** versteht man die Ursache des elektrischen Erregtseins zweier verschiedenartiger Körper, namentlich zweier verschiedener Metalle oder eines Metalles und eines anderen Körpers bei ihrer bloßen gegenseitigen Berührung.

Die erste (jedoch nicht so verstandene) Beobachtung galvanischer Elektricität machte **Sulzer** in Berlin im J. 1760.

Im J. 1789 beobachtete der Professor der Medicin in Bologna **Galvani**, daß präparirte Froschschenkel, wenn sie auf einer Seite mit einem Stück Kupfer, auf der anderen mit Eisen berührt werden und diese beiden Metalle selbst sich berühren, in Zuckungen gerathen, und er kam dadurch auf den Gedanken, daß dieser Erscheinung ein neues Princip zu Grunde liege. Prof. **Alex. Volta** zu Pavia forschte weiter über die Ursache derselben nach, erkannte als solche die Elektricität und wurde im weiteren Verfolg dieser Ansicht zu den glänzendsten Entdeckungen geführt, die eine Hauptveranlassung zur weiteren Ausbildung der elektrischen Telegraphie wurden.

Volta kam zu folgendem Resultate: Wenn zwei verschiedenartige Körper, insbesondere zwei Metalle, sich berühren, so findet an der Berührungsstelle eine Entwicklung von beiderlei Elektricität statt und es hängt die Stärke der

elektrischen Erregung hauptsächlich von der Natur der sich berührenden Körper ab.

29. Was versteht man unter elektromotorischer Kraft?

Wenn zwei verschiedene Körper einander berühren, so entsteht, wie eben bemerkt wurde, an der Berührungsstelle eine elektrische Spannung, deren Ursache man elektromotorische Kraft nennt. Die freie Elektricität wird zerlegt und die positive (+) auf den einen, die negative (—) auf den anderen Körper hinübergetrieben. Obgleich nun die elektromotorische Kraft zwischen den beiden Körpern (den Elektromotoren) so lange thätig bleibt, als die Berührung stattfindet, so kann doch die elektrische Spannung auf beiden Körpern nicht über eine gewisse Größe hinauswachsen, weil dann die elektromotorische Kraft an der Berührungsstelle die theilweise Wiedervereinigung der getrennten Elektricitäten nicht zu verhindern vermag, gleichwie bei einer Leydener Flasche bei erfolgender Ueberladung die isolirende Glasschicht zwischen beiden endlich durchbrochen wird. Der größte Theil der durch die elektromotorische Kraft entwickelten Elektricität bleibt an der Berührungsstelle gebunden, während nur ein sehr kleiner Theil sich über die beiden Körper verbreitet; ersterer ist der Größe der Berührungsstelle proportional, letzterer von derselben unabhängig. Gestattet man der Elektricität des einen Körpers freien Abfluß, so kann sie nicht mehr bindend auf die des anderen Körpers wirken und deßhalb verdoppelt sich die Spannung der letzteren.

30. Was versteht man unter elektrischer Spannungsreihe?

Viele Körper lassen sich so in eine Reihe, die Spannungsreihe (vergl. Fr. 13), ordnen, daß jeder in Berührung mit einem der vorhergehenden negativ, mit einem der nachfolgenden positiv elektrisch wird. Eine solche Reihe ist folgende:

+ Zink, Zinn, Blei, Eisen, Wismuth, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle, Braunstein —,

in welcher also Zink der positivste, Braunstein der negativste Körper ist. Es wird also z. B. Kupfer in Berührung mit Platin positiv, in Berührung mit Zink aber negativ elektrisch werden. In dieser Reihe herrscht noch die Eigenthümlichkeit, daß z. B. die elektrische Spannung oder die elektrische Differenz zwischen Zink und Blei zusammengenommen mit der elektrischen Differenz zwischen Blei und Gold gleich ist der elektrischen Differenz zwischen Zink und Gold; wenn man daher mehr als zwei Metalle über einander legt, so ist die elektrische Spannung der Endplatten immer genau dieselbe, als wenn sich beide unmittelbar berühren.

31. Können alle Körper in diese Spannungsreihe treten?

Nur gewisse Körper lassen sich in diese Spannungsreihe einordnen. Außer den bereits aufgeführten nehmen auch einige zusammengesetzte Körper, wie Eisenoxyd u. s. w., eine bestimmte Stelle in dieser Reihe ein; andere zusammengesetzte Körper, namentlich Flüssigkeiten, passen durchaus nicht in die Spannungsreihe. So wird z. B. Zink in Berührung mit reinem Wasser negativ; wenn nun Wasser in die Spannungsreihe gehörte, so müßte es über dem Zink stehen und Platin müßte in Berührung mit Wasser weit mehr negativ werden, wird es aber weit weniger. Genau so ists bei Zink und Schwefelsäure und Kupfer und Schwefelsäure. Zugleich ist aber auch die Elektricitätserregung zwischen zwei Flüssigkeiten oder einer Flüssigkeit und einem festen Körper bedeutend geringer als zwischen zwei festen Körpern, so daß sie neben letzterer ganz außer Rechnung gelassen werden darf.

32. Was ist ein elektrischer oder galvanischer Strom?

Die auf zwei sich berührenden verschiedenartigen Körpern erzeugte elektrische Spannung bleibt dieselbe, mögen die

beiden sich berührenden Körper isolirt sein oder nicht. Wenn also die Elektricität abgeleitet wird, so ersetzt sie sich sogleich wieder. Die Bewegung des elektrischen Fluidums, welche bei beständiger Abführung desselben entsteht, nennt man einen elektrischen Strom. Verbindet man daher nach Fig. 6 die zwei sich berührenden Metalle, z. B. Zink Z und Kupfer K am anderen Ende durch einen feuchten Leiter L, so entsteht zunächst eine elektrische Spannung an der Berührungsstelle a, die positive Elektricität sammelt sich auf der Zinkplatte, die negative auf der Kupferplatte, beide gleichen sich jedoch durch den feuchten Leiter hindurch fortwährend aus, die positive Elektricität geht als Strom vom Zink in der Richtung des Pfeiles d c durch die feuchte Schicht zum Kupfer und zurück zur Berührungsstelle, die negative umgekehrt vom Kupfer durch die feuchte Schicht zum Zink. Wenn man von der Richtung des elektrischen Stromes im Allgemeinen spricht, so wird immer die Richtung des positiven Stromes darunter verstanden.

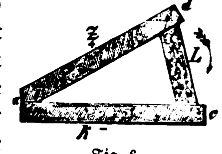


Fig. 6.

33. Was ist ein einfaches Volta'sches Element?

Ein Volta'sches Element oder die einfachste Form einer geschlossenen Volta'schen Kette zeigt Fig. 7. Z bezeichnet die Zinkplatte, K die Kupferplatte, L den feuchten Leiter und D den Schließungsdraht oder Schließungsbogen, d. h. einen die Berührung zwischen Z und K bewirkenden metallischen Leiter. Die positive Elektricität strömt von der Berührungsstelle D des Zinks mit dem Kupfer durch den feuchten Leiter zum Kupfer und in der

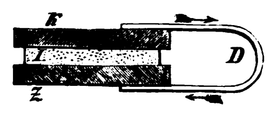


Fig. 7.

Richtung des Pfeiles durch den Schließungsdraht zurück zum Zink. Aus welchem Metall D besteht, ist gleichgiltig; die elektrische Spannung ist dieselbe, als wenn sich die beiden äußersten Elektromotoren unmittelbar berührten. In Fig. 8 bestehen die Elektromotoren des Elementes aus Kohle und Zink, der Schließungsdraht aus Kupfer. Bezeichnet man nun z. B. die elektrische Spannung zwischen Kohle u. Kupfer mit 2, die zwischen Kupfer und Zink mit 3, also die zwischen Kohle und Zink mit 5, so entsteht an der Berührungsstelle der Kohle mit dem Kupfer eine Spannung 2; da Kohle negativer ist, als Kupfer, so tritt der positive Strom auf das Kupfer hinüber, ferner entsteht an der Berührungsstelle des Kupfers mit dem Zink eine Spannung 3 und auch hier geht der positive Strom nach derselben Seite hin. Da die Elektricitätserregung zwischen der Kohle und dem feuchten Leiter und zwischen diesem und dem Zink unberücksichtigt bleiben darf, so ergiebt sich eine Gesammtspannung von derselben Größe ($2 + 3 = 5$), wie wenn sich Kohle und Zink unmittelbar berührten.

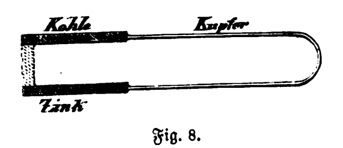


Fig. 8.

34. Was ist eine Volta'sche Säule?

Wenn man mehrere Plattenpaare von Kupfer und Zink immer in derselben Ordnung auf einander schichtet und zwischen jedes Paar einen feuchten Leiter, z. B. feuchten Filz, legt, so erhält man eine Volta'sche Säule oder Kette, wie sie in Fig. 9 (S. 31) dargestellt ist. Die Reihenfolge von unten nach oben ist also immer: Kupfer, Leiter, Zink; Kupfer, Leiter, Zink u. s. w. Die oberste und unterste Platte heißen die beiden Pole. Wenn man die beiden Endplatten durch einen Schließungsdraht (Polardraht) mit einander verbindet,

so tritt ein um so stärkerer Strom auf, je mehr Plattenpaare (Elektricitätsheerde) sich in der Säule befinden und je größer dieselben sind. Da die positive Elektricität immer vom positiven Metall durch den feuchten Leiter zum negativen Metall, die negative in umgekehrter Richtung geht, so ist in Fig. 9 die unterste Kupferplatte der Ausgangspunkt des bei Anlegung des Schließungsdrahtes auftretenden positiven Stromes oder der positive Pol und die oberste Zinkplatte der Ausgangspunkt des negativen Stromes oder der negative Pol. Sind die beiden Pole nicht leitend verbunden, sondern isolirt, so tritt an ihnen gleich starke entgegengesetzte Elektricität auf und nimmt nach der Säulenmitte hin gleichmäßig ab. Wird der eine Pol abgeleitet, so verdoppelt sich (nach Fr. 29) die Spannung am anderen Pole.

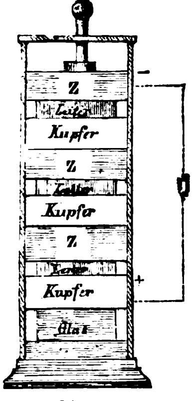


Fig. 9.

35. Warum kann der feuchte Leiter nicht durch jeden Körper, welcher die Elektricität leitet, ersetzt werden?

Der feuchte Leiter dient nicht blos (wenn auch vorwiegend) als Leiter der Elektricität, sondern er ist zugleich auch ein (und zwar ein sehr schwacher) Elektromotor, der an den Berührungsstellen mit Zink und Kupfer ebenfalls einen elektrischen Strom erzeugt, welcher den durch das Kupfer und Zink erzeugten verstärken oder schwächen kann. Wollte man nun statt des feuchten Leiters einen zur Spannungsreihe gehörigen, z. B. Eisen, nehmen, so würden sich die an den Berührungsstellen erzeugten Elektricitäten völlig ausgleichen. Setzt man nämlich die elektrische Differenz zwischen Kupfer (K) und Eisen (E) = 1, die zwischen Eisen und Zink (Z) = 2, folglich die zwischen Kupfer und Zink = 3,

so würde (Fig. 10) an der Berührungsstelle von Kupfer und Eisen eine elektrische Spannung 1 entstehen und der positive Strom auf das Eisen, als das positivere Metall, hinübergetrieben werden; an der Berührungsstelle von Eisen und Zink entsteht ein positiv elektrischer Strom, welcher mit der Spannung 2 auf das Zink, also in derselben Richtung wie jener, getrieben wird.

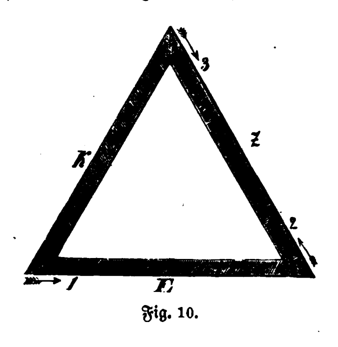


Fig. 10.

Dies giebt einen positiven Strom von der Spannung 1 + 2 = 3 in der Richtung vom Kupfer zum Eisen und zum Zink. An der Berührungsstelle des Kupfers und Zinks entsteht ein positiver Strom von der Spannung 3, welcher auf das positive Metall, also auf das Zink, hinübergetrieben wird, der Summe der obigen beiden zwischen Kupfer und Eisen und zwischen Eisen und Zink erzeugten gleich, aber entgegengesetzt ist. Da nun zwei gleichstarke, aber entgegengesetzt gerichtete Ströme sich allemal aufheben müssen, so kann auch in dem hier angeführten Beispiele keine Wirkung erfolgen.

36. Was ist eine trockne Säule?

Nach dem Princip der Volta'schen hat Zamboni eine Säule construirt, in welcher die Metallplatten durch unechtes Gold- und Silber-Papier (Kupfer und Zink entsprechend) und die feuchten Leiter durch Papierscheiben ersetzt sind. Eine solche Säule, bei welcher die Papierblättchen fest in einen Glascylinder eingedrückt sind, heißt eine trockne Säule. Diese Säulen haben eine sehr geringe Wirkung, behalten dieselbe aber viele Jahre hindurch.

Viertes Kapitel.

Die galvanischen Batterien.

37. Was ist eine galvanische Batterie?

Eine galvanische Batterie oder Kette ist aus galvanischen Elementen zusammengesetzt, in denen verschiedene Körper, namentlich Metalle und leitende Flüssigkeiten, behufs der Erzeugung eines continuirlichen galvanischen Stromes vereinigt sind.

38. Welche Batterien sind am bemerkenswerthesten?

Der Trogapparat, die Wollaston'sche und Smee'sche Batterie, die Batterie von Becquerel und Daniell mit den Modificationen der letzteren von Meidinger, Siemens und Halske, Kramer und Minotto, ferner die Batterie von Grove, Bunsen und Marié-Davy, die Zink-Eisen-Batterie und die Erd-Batterie.

39. Wie ist ein Trogapparat construirt?

Die Elemente des Trogapparates sind mit ihrer ganzen Fläche zusammengelöthete Platten von Kupfer und Zink, welche parallel in die Ruthen der Seitenwände eines Holzkastens so eingesetzt sind, daß der Zwischenraum zwischen je zwei Plattenpaaren eine Zelle oder einen Trog bildet. Das in die Zellen eingefüllte gesäuerte Wasser vertritt die Stelle des feuchten Leiters. Fig. 11 (S. 34) zeigt einen solchen Apparat in etwas anderer Form. Hier befindet sich in

getrennten, mit angesäuertem Wasser gefüllten Gläsern je eine Zink- und eine Kupferplatte, welche sich nicht berühren und von welchen die Zinkplatte des einen Gefäßes mit der Kupferplatte des nächsten zusammengelöthet ist. Der positive Strom hat die Richtung der beigesetzten Pfeile.

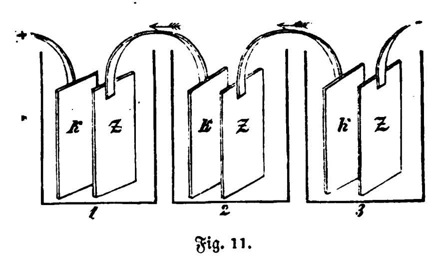


Fig. 11.

40. Welche Form hat die Wollaston'sche Batterie?

Die Wollaston'sche Batterie besteht auch aus getrennten, mit gesäuertem Wasser gefüllten Gefäßen; in jedem ist eine Kupferplatte so um eine Zinkplatte herumgebogen, daß jede Seite der Zinkplatte der Kupferplatte gegenübersteht. Die sämmtlichen Plattenpaare hängen an einer Holzleiste, so daß man sie gleichzeitig in die Gefäße einhängen und herausnehmen kann. Anstatt einzelner Gläser wendet man auch Tröge von gebranntem Thon oder Guttapercha an, welche durch Scheidewände in einzelne Zellen getheilt sind, so daß immer ein Plattenpaar in eine Zelle kommt.

41. Wie ist die Smee'sche Batterie zusammengesetzt?

Die sehr kräftige Smee'sche Batterie ist äußerlich der Wollaston'schen ähnlich, doch enthält sie Platten von amalgamirtem Zink und platinirtem Silber; letztere sind von ersteren auf beiden Seiten umgeben. Oberst v. Ebner in Wien nahm Blei anstatt des Silbers. Füllt man bei Anwendung von Trögen dieselben mit Sand und tränkt diesen mit

verdünnter Schwefelsäure, so erhält man eine sehr transportabele Batterie. Wenn man getrennte Gefäße anwendet, so nimmt man der Raumersparniß wegen cylindrische Metallplatten; doch dürfen die beiden Metalle in einem und demselben Gefäße sich nicht unmittelbar berühren.

42. Was ist eine constante Batterie?

Die soeben beschriebenen Batterien geben gleich nach dem Eintauchen einen sehr kräftigen Strom, dessen Stärke nimmt aber sehr schnell ab. Batterien, welche auf längere Zeit einen Strom von fast gleichmäßiger Stärke liefern, werden constante Batterien genannt. Die Batterien von Daniell, Grove und Bunsen gehören zu den constanten; der Grund davon wird im nächsten Kapitel bei Erwähnung der chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes auseinandergesetzt werden.

43. Wie ist die Daniell'sche constante Batterie construirt?

Ein Element der Daniell'schen Batterie ist in Fig. 12 im Durchschnitt dargestellt. Der starke Zinkcylinder m ist in einen mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten, unten geschlossenen Cylinder e f g h, von porösem, nicht glasirten Thon, eingesetzt. Dieser Thoncylinder steht in einem Kupfergefäße a b c d, welches mit Kupfervitriollösung gefüllt ist und außerdem ein durchlöchertes Gefäß i k mit grob gestoßenem Kupfervitriol enthält, damit die durch den elektrischen Strom zersetzte Kupfervitriollösung immer wieder ersetzt werden kann. Werden mehrere solcher Elemente

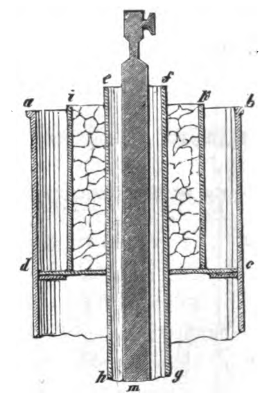


Fig. 12.

zu einer Batterie zusammengesetzt, so wird immer das Zink des einen Gefäßes mit dem Kupfer des nächsten in Verbindung gesetzt. Den Kupfercylinder macht man auch unten offen und setzt das Ganze in ein Glasgefäß.

Vor Daniell (1836) benutzten schon Döbereiner (1821), Becquerel, Aimé Zink-Kupfer-Batterien. Diese Batterie besitzt für die Anwendung im Großen viele Vorzüge; doch durchzieht sich die Wand der Thonzelle allmälig mit Kupfervitriol, das im Zink als Verunreinigung vorkommende Eisen setzt sich als Schlamm auf dem Boden der Thonzelle ab, zersetzt den Kupfervitriol in der Wand, bis endlich die ganze Zelle mit metallischem Kupfer durchwachsen ist. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes wurde die Zink-Kupfer-Batterie mehrfach abgeändert; so von Kramer, Siemens-Halske, Meidinger, Minotto. Eine mit concentrirter Alaunlösung (6 Pfd. Alaun auf 12 Maaß Wasser) gefüllte Zink-Kupfer-Batterie ohne Thonzellen führt den Namen Alaun-Batterie.

44. Wie ist die Batterie von Meidinger construirt?

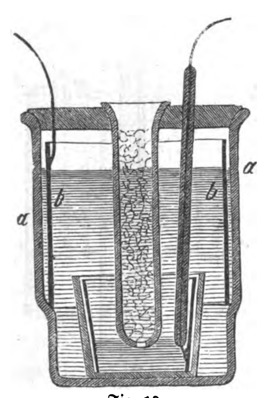


Fig. 13.

Ein Meidinger'sches Element besteht aus einem unten sich verengenden Glasgefäße a (Fig. 13), in welches ein Zinkcylinder b eingesetzt wird. In der Mitte des Bodens vom größeren Gefäße a ist ein etwa halb so großes Glas angekittet. Die innere Wandung dieses kleineren Glases bedeckt ein Kupferblech, an welches ein Kupferdraht angenietet ist und durch eine Guttapercha-Röhre hindurch nach außen gelangt. Durch eine Oeffnung

in der Mitte des das große Gefäß verschließenden Glas- oder Holzdeckels wird ein an seinem unteren Ende nicht vollständig zugeblasener Glascylinder in das kleinere Glas hinuntergesenkt. An den Zinkcylinder b ist ein schmales Kupferblech angelöthet und durch den Deckel nach außen geführt. Das Element wird mit einer Lösung von Bittersalz gefüllt, wobei die Flüssigkeit natürlich auch in das kleine Glas und in die Cylinderröhre gelangt. Letztere füllt man nun vollständig mit Kupfervitriolkrystallen an und erhält sie dauernd damit voll. Der Kupfervitriol bildet in der Röhre eine concentrirte Lösung, welche als schwerere Flüssigkeit durch die kleine Oeffnung in das Becherglas hinuntersinkt und das Kupferblech bald bis zur Höhe der Oeffnung berührt.

Solche Batterien erhalten sich lange Zeit constant und sind daher in neuerer Zeit vielfach in Anwendung gekommen. Wesentlich besser aber ist es, wenn der Kupfervitriolbehälter, wie Fig. 14 zeigt, oben vollständig geschlossen ist. Die mit Kupfervitriolkrystallen angefüllte Flasche f wird mit Bittersalzlösung gefüllt, der eingekerbte Stöpsel bei e eingesteckt und die Flasche kann nun in den Guttapercha-Deckel des großen Glases a eingehängt werden, ohne daß Etwas ausfließt. Die schwerere Kupfervitriollösung sinkt aus der Flasche in das Element herab, in dem Maaße, in welchem in letzterem die Lösung durch Kupferausscheidung specifisch leichter wird. Das Kupferblech k

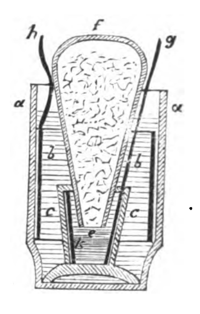


Fig. 14.

im kleinen Glase c kann auch durch einen Bleicylinder ersetzt werden, an welchen der Guttaperchadraht g angenietet ist. An den Zinkcylinder b ist der Poldraht h angelöthet.

45. Woraus besteht die Batterie von Minotto?

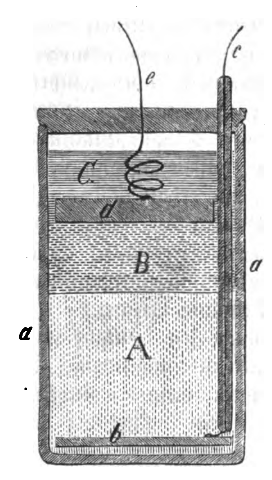


Fig. 15.

Das Element von Minotto hat auf dem Boden eines Glasgefäßes a (Fig. 15) eine Kupferscheibe b mit darangelöthetem, durch Guttapercha isolirten Kupferdraht c. Auf die Kupferscheibe kommt eine Schicht gepulverten Kupfervitriols A, sodann eine Schicht feinen (kalkfreien) Sandes B und auf letzteren ein Zinkstück d mit darangelöthetem, nach außen führenden Kupferdraht e. Diese Schichtungen werden mit Wasser C übergossen, bis A und B davon durchdrungen sind, worauf die Wirkung alsbald beginnt. Diese ebenfalls sehr constanten Batterien verbrauchen wenig Zink, weil die schwerere Kupfervitriollösung sich zu unterst befindet und mit der Zinkscheibe nicht in Berührung kommt. Bei sehr langem Dienst häuft sich im Sande metallisches Kupfer an und die Batterie versagt. Sollen solche Batterien in kurzem Schließungskreise (für Localbatterien, elektrische Wecker u. dergl.) benutzt werden, also einen kräftigen Strom geben, so bringt man die Kupferscheibe b zwischen Kupfervitriol und Sand, also zwischen A und B. Aehnlich ist das Element von Siemens und Halske.

46. Wie ist ein Element von Marié-Davy zusammengesetzt?

Das in Frankreich vielfach angewendete Quecksilberelement von Marié-Davy ist ein Zink-Kohlenelement, in welchem das Zink in reinem Wasser, die Kohle in einem

feuchten Brei von saurem schwefelsauren Quecksilberoxydul steht.

47. Woraus besteht die Grove'sche Batterie?

Ein Grove'sches Element (Fig. 16 und 17) enthält ein S-förmig zusammengebogenes Platinblech in einer unten geschlossenen, mit concentrirter Salpetersäure gefüllten porösen Thonzelle. Diese Thonzelle wird nebst dem sie umgebenden Zinkcylinder in ein mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes Glasgefäß gesetzt. Das Platinblech ist an einem runden Deckel von Porzellan befestigt und mit einer auf dem Deckel befindlichen Messingklemme verbunden. Die

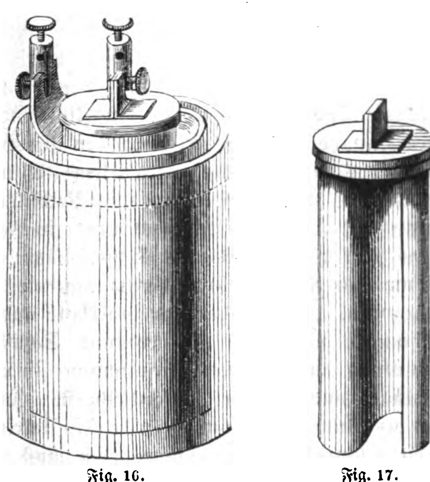


Fig. 16. Fig. 17.

Grove'sche Batterie liefert zwar einen sehr starken und gleichmäßigen Strom, doch ist die Anschaffung und Füllung kostspielig und die aus der concentrirten Salpetersäure sich entwickelnde gasförmige salpetrige Säure nachtheilig für die Gesundheit und für die Apparate.

48. Wie sind die Batterien von Bunsen und von Leclanché zusammengesetzt?

Die Bunsen'sche Batterie, welche sich für telegraphische Zwecke sehr gut eignet und am billigsten in der Anschaffung und Unterhaltung ist, besteht aus Kohle und Zink. Fig. 18 stellt drei Bunsen'sche Elemente von oben gesehen dar; c ist

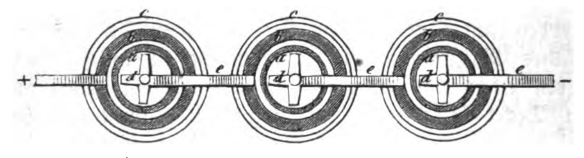


Fig. 18.

ein Glasgefäß, b ein Kohlencylinder und a eine unten geschlossene poröse Thonzelle, in welche ein Zinkkreuz d mit cylindrischem Ansatze eingestellt ist; durch den Verbindungsdraht e wird das Zinkkreuz des einen Elementes mit dem Kohlencylinder des nächsten Elementes in Verbindung gesetzt. Früher und zum Theil jetzt noch wurde in die Thonzelle um das Zink herum verdünnte Schwefelsäure, in das Glasgefäß um den Kohlencylinder herum concentrirte Salpetersäure gegossen. Jetzt wendet man innerhalb und außerhalb der Thonzelle gewöhnlich nur verdünnte Schwefelsäure oder Alaunlösung an, was für telegraphische Zwecke ausreichend, billiger und weniger umständlich ist. In diesem Falle, also bei Anwendung nur einer Flüssigkeit, kann man auch die Thonzelle ganz weglassen, doch muß man die unmittelbare Berührung von Zink und Kohle in einem und demselben Gefäße verhindern. Als äußere Flüssigkeit um die Kohle herum hat man neuerlich auch ein Gemenge von Schwefelsäure und concentrirter Salpetersäure oder auch eine concentrirte Lösung von doppeltchromsaurem Kali mit Schwefelsäure angewendet.

Der Kohlencylinder wird oben mit einem dicht darumgelegten Blei- oder Kupferringe versehen und ein Metallstreifen zur Verbindung mit dem Zinkstück des nächsten Elementes darangelöthet. Von den Metallen, aus denen jene Metallringe hergestellt werden, hat sich das Kupfer besonders bewährt, doch muß man dasselbe vor Oxydation dadurch zu schützen suchen, daß man den oberen Theil des Kohlencylinders vor dem Umlegen des Kupferringes in heißes Wachs taucht und daß man den Ring mit einer Mischung von Wachs und Kolophonium überzieht. Bisweilen legt man den Kupferring mittelst einer Preßschraube frei um den Kohlencylinder, damit man jenen leicht abheben und reinigen kann. Auch hat man vorgeschlagen, den Kupferring mit einem dünnen Ueberzuge eines edlen, nicht leicht oxydirbaren Metalls zu überziehen.

Bei der Zink-Kohlen-Batterie von Leclanché befindet sich die Kohlenplatte im Inneren der Thonzelle, welche übrigens mit einer Mischung aus grob gepulverter Kohle und Braunstein ausgefüllt ist; der massive Zinkcylinder steht im äußeren Raume des Glasbechers; als Füllungsflüssigkeit dient eine wässerige Salmiaklösung. Die elektromotorische Kraft dieses Elementes ist fast doppelt so groß als die eines Daniell'schen; doch entwickelt diese Batterie anfänglich viel Ammoniakdämpfe.

49. Wie fabricirt man die Kohlencylinder für die Bunsen'schen Elemente?

Guter Coke wird gepulvert und mit Steinkohlentheer zu einer plastischen Masse verarbeitet; diese Masse wird in eine eiserne oder messingene Form eingepreßt, einige Tage in einem verschlossenen Raume getrocknet und hierauf in dem verschlossenen Raume eines Glühofens, vor der directen Berührung mit der Flamme geschützt, stark gebrannt, bei anfangs schwachem, allmälig aber bis zur Weißglühhitze ge-

steigertem Feuer; nachdem zuletzt 6 bis 8 Stunden hindurch Weißglühhitze unterhalten worden, läßt man das Feuer erlöschen und nimmt die Kohlen erst nach vollständiger Abkühlung des Ofens wieder heraus. Aehnliche Eigenschaften wie diese Kohle hat auch die in Steinkohlengasretorten abgesetzte Kohle, sie ist jedoch wegen ihrer großen Härte schwer zu bearbeiten.

50. Wird in den Batterien reines Zink verwendet? Läßt sich das Zink durch Eisen ersetzen?

Das Zink muß beim Gießen oder Walzen möglichst frei von Blei und Zinn sein, doch wird es zweckmäßig vor dem Gebrauche mit einem dünnen Ueberzuge von Quecksilber versehen, d. h. amalgamirt oder verquickt, entweder durch Aufreiben von metallischem Quecksilber oder Eintauchen in dasselbe, oder durch Eintauchen in eine Lösung von saurem salpetersauren Quecksilberoxyd, weil das amalgamirte Zink elektropositiver ist als reines Zink, weil es von der verdünnten Schwefelsäure weniger angegriffen wird und weil sich dann die selten fehlenden Verunreinigungen (Eisen, Blei, Mangan), welche sich als Kruste auf dem Zinkcylinder absetzen, leichter ablösen lassen.

Amalgamirte Cylinder aus Eisenblech geben einen sehr gleichmäßigen und starken Strom, dessen Stärke der durch (doppelt so theuere) Zinkcylinder hervorgebrachten wenig nachsteht. Vor dem Amalgamiren tauche man das mit Salzsäure gut gereinigte Eisen in sehr verdünnte, mit etwas Salzsäure vermischte Kupfervitriollösung, beseitige die dadurch entstehende Kupferschicht durch Reiben mit rauhem Papier und Abwaschen und bringe das Eisen in eine sehr verdünnte, mit einigen Tropfen Salzsäure vermischte Sublimatlösung; dann überzieht es sich mit einer sehr fest sitzenden, gut gegen Rost schützenden Quecksilberschicht.

51. Was ist eine Zink-Eisen-Batterie?

Als elektronegatives Metall kann auch Eisen genommen werden, welches man mit concentrirter Salpetersäure umgiebt. Die Salpetersäure macht das Eisen passiv, d. h. überzieht dasselbe mit einer stark elektronegativen Schicht, welche von der Säure nicht weiter angegriffen wird. Das Zink kommt, wie bei anderen Batterien, in verdünnte Schwefelsäure zu stehen. Die Zink-Eisen-Batterien sind sehr kräftig.

52. Was ist eine Erd-Batterie?

Eine Erd-Batterie bilden in der Erde gewöhnlich entfernt von einander liegende Kupfer- und Zinkplatten, bei welchen als leitende Flüssigkeit die Feuchtigkeit der Erde dient. Gräbt man nämlich an einem Orte tief in die Erde eine Kupferplatte, an einem anderen Orte eine Zinkplatte so ein, daß beide immer feucht liegen, und verbindet man beide Platten über der Erde durch einen gut isolirten Metalldraht, so entsteht ein continuirlicher elektrischer Strom.

Fünftes Kapitel.

Stärke, chemische Wirkungen, Licht- und Wärme-Erscheinungen des galvanischen Stromes.

53. Welcher Unterschied besteht zwischen der Reibungs- und der galvanischen Elektricität?

Beide Elektricitäten sind wesentlich dasselbe, doch zeigt sich uns die galvanische vorwiegend in Bewegung (als Strom), die Reibungselektricität auch in ihrem Stillstande (elektrostatische Erscheinungen). Die Reibungselektricität besitzt eine große Spannung und kann nach der Ableitung nur durch neues Reiben wieder ersetzt werden; die galvanische hat nur eine geringe Spannung, aber das fortgeströmte Fluidum ersetzt sich bei fortdauernder Berührung sogleich wieder.

54. Was ist Leitungsfähigkeit und Leitungswiderstand?

Leitungsfähigkeit eines Körpers für Elektricität heißt die Fähigkeit desselben, Elektricität aufzunehmen, fortzuführen und wieder abzugeben. Je leichter und schneller dies von Statten geht, desto größer ist die Leitungsfähigkeit oder das *Leitungsvermögen.*

Leitungswiderstand ist das Entgegengesetzte von Leitungsfähigkeit. Je größer die Leitungsfähigkeit eines Körpers, desto geringer ist der Leitungswiderstand; beide stehen

also im umgekehrten geometrischen Verhältnisse. Bei einer durch einen Leiter geschlossenen Batterie läßt sich der Widerstand der Batterie (innerer Widerstand) von dem des Schließungsbogens (äußerer Widerstand) unterscheiden.

Als Einheit des Leitungswiderstandes gilt nach Jacobi's Vorschlag der Widerstand, den ein Kupferdraht von 1 Meter Länge und 1 Millimeter Dicke (zweckmäßiger wäre 1 Quadratmillimeter Querschnitt) dem Durchgange des Stromes darbietet. Das Kupfer zu diesem Drahte muß chemisch rein und ausgeglüht sein, weil der geringste Zusatz fremder Metalle den Leitungswiderstand bedeutend vergrößert. Siemens benutzt eine 1 Meter lange Quecksilbersäule von 1 Quadratmillimeter Querschnitt bei 0° C. als Widerstandseinheit. Im Telegraphenwesen benutzt man größere Einheiten; so in Preußen 1 Meile Eisendraht von 1,85 Linien Durchmesser (= 62,5 Siemens'scher Einheiten), in Frankreich 1 Kilometer Eisendraht von 4 Millim. Dicke (= 10 Siemens'scher Einheiten).

55. Wovon hängt die Leitungsfähigkeit eines Leiters ab?

Für die Leitungsfähigkeit der Körper gelten folgende Gesetze:

1) Dieselbe hängt von der Natur des Körpers ab. Die Leitungsfähigkeit eines Metalles ist unter übrigens gleichen Umständen und Größenverhältnissen bedeutend größer, als die des besten flüssigen Leiters.

2) Die Leitungsfähigkeit eines Körpers steht in umgekehrtem Verhältnisse mit seiner Länge, d. h. je länger der Leiter ist, desto schlechter leitet er.

3) Dieselbe steht in geradem Verhältnisse zu dem Querschnitt des Leiters. Obgleich also Flüssigkeiten viel schlechter leiten als Metalle, so leitet doch die feuchte Erde noch viel besser als irgend ein Metalldraht,

weil ihr Querschnitt den des Drahtes so vielmal übertrifft.

4) Die Leitungsfähigkeit wird durch Temperaturerhöhung in einigen Körpern, z. B. in Metallen, geschwächt, in anderen vergrößert, z. B. in Flüssigkeiten, Guttapercha.

5) Viele Körper isoliren im starren Zustande die Elektricität, leiten sie aber im flüssigen, wie z. B. Wasser und Glas.

36. Was ist die specifische Leitungsfähigkeit und der specifische Leitungswiderstand eines Körpers?

Bezeichnen wir die Zahl k, welche angiebt, um wie vielmal der Leitungswiderstand eines Körpers größer ist als der eines Körpers von genau denselben Abmessungen aus reinem Kupfer, als specifischen Leitungswiderstand dieses Körpers, so ist das specifische Leitungsvermögen v desselben Körpers $v = 1 : k$. Es ist bei 0°

für	der Leitungswiderstand (nach Pouillet)	die Leitungsfähigkeit (nach Matthiesen)
Kupfer	1	72,06
Silber	0,73	100
Gold	0,97	55,19
Messing	3,57	—
Platin	4,54	10,53
Eisen	5,88	14,44
Neusilber	15,47	7,67
Quecksilber	38,46	1,63
Zink	—	27,39
Zinn	—	11,45
Blei	—	7,77
Antimon	—	4,29
Wismuth	—	1,19

Setzt man den Widerstand des Silbers = 1, so ist derjenige der verdünnten Schwefelsäure 700 000 bis 1000 000, der käuflichen Salpetersäure 1600 000 u. s. w.

57. Welchen Vortheil bietet die Leitungsfähigkeit der Erde für die Telegraphie?

Daß die Erde die Elektricität zu leiten vermöge, wurde schon in Fr. 19 erwähnt. Schon 1746 hatte Winkler in Leipzig die Pleiße mit in eine elektrische Leitung eingeschaltet; eben so überzeugte sich Watson bei seinen Versuchen, daß sowohl das Wasser, als der Erdboden die Elektricität leiten. An eine Verwerthung des Leitungsvermögens des Erdbodens für telegraphische Zwecke scheint Fechner in Leipzig zuerst gedacht zu haben. Als aber Prof. Steinheil im Jahre 1838 die Schienen der Nürnberg-Fürther Eisenbahn zur Rückleitung, also als Theil eines langen Schließungsdrahtes, zu benutzen versuchte, fand er, daß der Strom sehr leicht in die Erde überging, und ward so auf die Benutzung der Erde als Rückleiter geführt. In Fig. 19 sind K und Z die Pole einer Batterie, E eine in der Nähe, E_1 eine in der Ferne in die Erde eingegrabene Metallplatte, L ein Leitungsdraht. Der positive Strom geht dann vom Zink Z durch die leitende Flüssigkeit der Batterie zum Kupfer K, durch den Leitungsdraht L in die Erde bei E_1, hierauf in der Erde zurück zur Platte E und zum Zink. Die Erdleitung L_1 ersetzt also einen Theil des Schließungsdrahtes vom Kupfer- zum Zinkpole. Zum Telegraphiren braucht man also hierbei nur einen Leitungs-

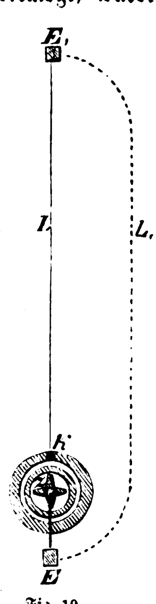


Fig. 19.

draht von einer Station zur anderen, während man vor der Steinheil'schen Entdeckung deren zwei haben mußte. Obwohl die Leitungsfähigkeit der Erde auch durch Versuche unzweifelhaft nachgewiesen ist, so weisen doch gewichtige Thatsachen darauf hin, daß die Elektricität in der Erde gar nicht den Weg von E_1 nach E zurücklegt, daß vielmehr die Erde als ein großes Behältniß dient, in welches die Elektricität von den beiden Batteriepolen K und Z gleichzeitig abfließt. Da indeß die erstere Anschauung für die Verfolgung des Stromlaufs manche Bequemlichkeit bietet, so möge sie auch im Folgenden beibehalten werden.

58. Was versteht man unter galvanischer Polarisation?

Wenn eine galvanische Batterie in Wirksamkeit ist, so werden die mit den Metallen in Berührung befindlichen Flüssigkeiten zerlegt, und die Bestandtheile derselben lagern sich entweder auf den Metallflächen mechanisch ab oder verbinden sich chemisch mit denselben. Die Metalle werden dadurch verändert und es entsteht aus dieser Veränderung eine neue elektrische Differenz oder eine neue elektromotorische Kraft (die elektromotorische Gegenkraft), welche der elektromotorischen Kraft der Kette entgegengesetzt ist. (Vergl. Fr. 66.) Man nennt die auf diese Weise in den Zustand elektromotorischer Thätigkeit versetzten Metalle polarisirt und den ganzen Vorgang die galvanische Polarisation. Dieselbe dauert so lange, wie der Strom, und, wenn sie einige Zeit thätig gewesen ist, auch noch einige Zeit nach dem Aufhören des Stromes fort.

59. Welche Beziehungen finden zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und innerem Widerstande statt?

Bei einem durch einen sehr kurzen Draht geschlossenen galvanischen Elemente ist die Stärke des Stromes abhängig von der Natur der sich berührenden Körper oder von der

elektromotorischen Kraft und von dem Widerstande, den die leitende Flüssigkeitsschicht der durch sie hindurchgehenden Elektricität entgegensetzt. Verbindet man demnach die beiden Zinkplatten und eben so die beiden Kupferplatten zweier Elemente mit einander und dann erst den Kupferpol mit dem Zinkpol durch einen Schließungsdraht, so bleibt zwar die elektromotorische Kraft dieselbe, weil diese nur von der Natur der Körper abhängt, der Querschnitt der Flüssigkeitsschicht wird aber verdoppelt, also der (innere) Widerstand auf die Hälfte herabgesetzt. Bei dieser Art Verbindung, welche man die Verbindung der Elemente neben einander nennt, ist die Stromstärke doppelt so groß, als bei einem Elemente, sobald der (äußere) Widerstand im Schließungsdrahte so gering ist, daß er gegen den im Elemente vernachlässigt werden darf. Man erhält bei der Verbindung mehrerer Elemente neben einander eigentlich nur ein einziges, so viel mal größeres Element, als man einzelne kleinere Elemente dazu genommen hat. Verbindet man dagegen zwei Elemente hinter einander, d. h. so, daß das Zink des einen mit dem Kupfer des anderen in Verbindung kommt, und schließt dann den Polardraht, so ist der Widerstand in der feuchten Schicht verdoppelt, dafür ist aber auch eine zweite Berührungsstelle der Metalle hinzugekommen und daher bleibt die Stärke des Stromes dieselbe, wie bei einem einzigen geschlossenen Elemente, vorausgesetzt wieder, daß der Widerstand im Schließungsdraht vernachlässigt werden darf. Anders wird es jedoch bei Schließung durch einen längeren Schließungsdraht.

60. **Welches ist das Ohm'sche Gesetz?**

Die Beziehungen zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und den Widerständen hat Ohm mathematisch formulirt; das Ohm'sche Gesetz ist für die gesammte Elektricitätslehre, also auch für die elektrische Telegraphie von der

größten Wichtigkeit. Es lautet in seiner einfachsten Form: Die Stromstärke in einem geschlossenen Elemente ist gleich der elektromotorischen Kraft, dividirt durch den gesammten Widerstand. Bezeichnet man die Stromstärke mit S, die elektromotorische Kraft mit E und den Widerstand mit W, so ist

$$S = \frac{E}{W}.$$

Der Gesammtwiderstand W des Elementes besteht aus dem inneren Widerstande u und dem äußeren v. Letzterer läßt sich (nach Fr. 55) $v = fL : q$ setzen, wenn f den spec. Widerstand, L die Länge und q den Querschnitt des Leiters bedeutet. Werden n-Elemente hintereinander zu einer Batterie verbunden, so wird (nach Fr. 59) die elektromotorische Kraft $= nE$, der innere Widerstand $= nu$, daher die Stromstärke:

$$S = \frac{nE}{nu + v}, \text{ wobei } v = \frac{fL}{q}.$$

Dürfte nun bei einem sehr kurzen Schließungsdrahte der Widerstand desselben $v = 0$ gesetzt werden, so würde

$$S = \frac{nE}{nu} = \frac{E}{u}.$$

In diesem Falle hat also die Zahl der Elemente gar keinen Einfluß auf die Stromstärke, wohl aber die Größe derselben, weil mit derselben der innere Widerstand sich vermindert, während die elektromotorische Kraft dieselbe bleibt. Ein Element von 10fachem Querschnitt würde 10mal geringeren Widerstand, demnach die 10fache Stromstärke haben, denn alsdann ist

$$S = \frac{E}{{}^1/_{10}u} = \frac{10E}{u}.$$

Ist umgekehrt der äußere Widerstand v sehr groß gegen den inneren u, so wächst der Nenner nu + v verhältnißmäßig nur sehr wenig, wenn die Elementenzahl n sich vergrößert, während der Zähler nE in gleichem geometrischen Verhältnisse mit n wächst. In diesem Falle wächst also der Werth des ganzen Bruches ziemlich in gleichem geometrischen Verhältnisse mit n. Dieser Fall findet bei Telegraphenleitungen statt, denn eine solche Leitung ist ein Schließungsdraht von großer Länge und folglich von großem Widerstande. Man sieht hieraus, daß man bei Telegraphenleitungen die Stromstärke nur dadurch vergrößern kann, daß man die Zahl der Elemente vergrößert, und daß dabei die Größe der Elemente selbst fast ganz ohne Einfluß ist. Ein Beispiel wird dies deutlicher machen. Wäre der Widerstand einer Telegraphenleitung = 1, der eines Bunsen'schen Elementes = 0,0002 zu setzen, die elektromotorische Kraft eines solchen Elementes aber E = 1, so liefert für den vorliegenden Fall

1 Element die Stromstärke $S_1 = \frac{1}{0,0002 + 1} = 0,9998,$

10 Elemente „ „ $S_{10} = \frac{10}{0,0002 \times 10 + 1} = 9,98,$

woraus deutlich hervorgeht, daß die Stromstärke hier fast genau mit der Zahl der Elemente wächst. Nähme man 10mal kleinere Elemente, so würde der Widerstand in jedem einzelnen Elemente sich verzehnfachen und die Stromstärke wäre:

$$S_{10} = \frac{10}{0,0002 \times 10 \times 10 + 1} = 9,8,$$

also nicht viel geringer, als bei 10mal größeren Elementen. Die Erfahrung bestätigt die hier erhaltenen Resultate vollkommen.

61. Wie verändert sich die Stromstärke einer Batterie, wenn mehrere Schließungsdrähte angewendet werden?

Mittelst des Ohm'schen Gesetzes läßt sich auch die Erfahrung theoretisch begründen, daß eine und dieselbe Batterie zum gleichzeitigen Telegraphiren auf mehreren Telegraphenleitungen ausreicht.

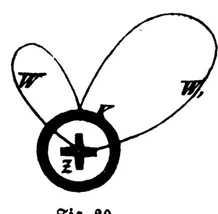


Fig. 20.

Betrachtet man, Fig. 20, eine Batterie oder ein Element mit den Polen Z und K und zwei verschieden großen, aber so langen Schließungsdrähten, daß gegen die (äußeren) Widerstände v und v_1 derselben der (innere) Widerstand u des Elementes vernachlässigt, also v und v_1 als der Gesammtwiderstand W und W_1 eines jeden der beiden Schließungskreise angesehen werden darf, so geht durch jeden Schließungsdraht ein elektrischer Strom, dessen Stärke S oder S_1 von dem Widerstande in diesem Schließungsdrahte abhängig und zwar ihm umgekehrt proportional ist, so daß sich $S : S_1 = \frac{1}{v} : \frac{1}{v_1} = \frac{v_1}{v}$ verhält. Beide Schließungsdrähte bilden aber gewissermaßen einen Leiter, dessen Leitungsfähigkeit die Summe $F + F_1$ der Leitungsfähigkeiten beider Drähte ist; da nun $F = \frac{1}{v}$ und $F_1 = \frac{1}{v_1}$, also $F + F_1 = \frac{1}{v} + \frac{1}{v_1} = \frac{v_1 + v}{vv_1}$ zu setzen ist, so ist der Gesammtwiderstand beider Leiter $\frac{vv_1}{v_1 + v}$ und als Gesammtstromstärke findet sich $S + S_1 = \frac{E(v_1 + v)}{vv_1}$,

weil man ja den Widerstand der Batterie gegen den der Drähte vernachlässigen darf. Daher ist weiter:

$$\frac{E(v_1 + v)}{vv_1} = S + S_1 = S_1\left(\frac{S}{S_1} + 1\right) = S_1\left(\frac{v_1}{v} + 1\right)$$

$= \frac{S_1(v_1 + v)}{v}$, folglich $S_1 = \frac{E}{v_1}$ und $S = \frac{E}{v}$, d. h. in demselben Drahte ist die Stromstärke dieselbe, mag der Strom nur durch einen Draht oder gleichzeitig durch mehrere hindurchgehen. Diese Thatsache ist für die Telegraphie von besonderer Wichtigkeit. Wenn man mehrere Telegraphenleitungen von verschiedener Länge hat, so braucht man für sämmtliche Leitungen nur eine Batterie von der Stärke, wie sie für die längste der zu benutzenden Leitungen erforderlich ist; man verbindet dann den einen Pol des ersten Elementes mit der Erde, die längste Leitung mit dem anderen Pole des letzten Elementes, dagegen die anderen Leitungen, je nach ihrer Länge oder ihrem Widerstande, mit einem der vorhergehenden, in der Batterie befindlichen Elemente. Hat man also nach Fig. 21 drei Telegraphenleitungen I, II und III, von denen II doppelt und III $3^1/_2$mal so lang ist, als I, und brauchte man zu der längsten Leitung III 7 Elemente, so verbindet man einen Pol, z. B. den Kupferpol des ersten Elementes, mit der

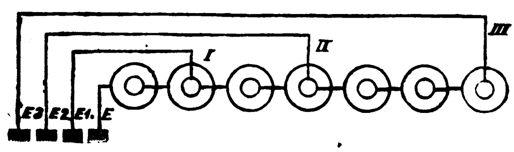


Fig. 21.

Erde E, die Leitung I mit dem Zinkpole des 2ten, die Leitung II mit dem Zinkpole des 4ten und die Leitung III mit

dem Zinkpole des 7ten Elementes. Dann ist die Stromstärke in sämmtlichen Leitungen dieselbe, es mag nur eine, oder es mögen alle drei Leitungen gleichzeitig in Thätigkeit sein. E_1, E_2, E_3 sind die Erdplatten am Ende der drei Leitungen.

Theilt sich ein Stromkreis an einer Stelle in mehrere Zweige, deren Widerstände w_1, w_2, w_3 u. s. w. sind, so theilt sich der Strom S an dieser Stelle in eben so viele Stromzweige S_1, S_2, S_3 u. s. w.; dabei ist $S = S_1 + S_2 + S_3 + \ldots$ und es verhält sich $S_1 : S_2 : S_3 : \ldots = \frac{1}{w_1} : \frac{1}{w_2} : \frac{1}{w_3} : \ldots$ Die Aufgabe läßt sich danach in ähnlicher Weise wie die obige lösen. Umständlicher wird die Lösung beim Vorhandensein von elektromotorischen Kräften in den einzelnen Zweigen.

62. Wie muß man bei gegebener Elementenzahl und bei gegebenem Schließungsbogen die Elemente verbinden, um ein Maximum der Stromstärke zu erhalten?

Aus dem Ohm'schen Gesetz ergiebt sich weiter, daß die Stromstärke bei einer gegebenen Anzahl von Elementen am größten ist, wenn der Widerstand in der Batterie gleich ist dem Widerstande im Schließungsdraht oder in der Leitung. Ist z. B. der Widerstand eines einfachen Elementes $u = 4$, der eines doppelten also $= 2$ und der eines vierfachen $= 1$, der Widerstand des Schließungsbogens aber $v = 16$, so erhält man bei Verbindung von 64 Elementen zu einer Batterie aus:

64 einfachen Elementen d. Stromstärke $S_1 = \frac{64\,E}{64 \times 4 + 64} = \frac{E}{5}$

32 doppelten — — — $S_2 = \frac{32\,E}{32 \times 2 + 64} = \frac{E}{4}$

16 vierfachen — — — $S_3 = \frac{16\,E}{16 \times 1 + 64} = \frac{E}{5}$

Man verbindet daher die Elemente so neben einander oder hinter einander (s. Fr. 59), daß der Widerstand der Batterie dem in der Leitung möglichst nahekommt; bei Telegraphenleitungen also hinter einander, bei kürzeren Leitungen im Locale öfters zu zweien, dreien rc. neben einander.

63. Mit welchen Instrumenten mißt man die Stromstärke?

Zum Messen der Stromstärke dienen die Rheometer, und zwar vorwiegend das Voltameter, die Tangentenbussole, die Sinusbussole und das Magnetometer. Von diesen Instrumenten wird später (Fr. 70, 86—89) die Rede sein.

64. Was ist ein Rheostat oder Widerstandsmesser?

Ein Rheostat ist ein Instrument, mittelst dessen man den Leitungswiderstand in einer geschlossenen Kette beliebig vergrößern oder vermindern kann, ohne die Kette zu öffnen; er dient daher zu bequemer Vergleichung der Leitungswiderstände verschiedener Körper unter einander und mit der gewählten Einheit des Widerstandes. Rheostaten wurden in verschiedenen Formen von Wheatstone, Jacobi u. A. construirt; ein von Wheatstone angegebener, sehr einfacher, ist in Fig. 22 dargestellt. g und h sind zwei parallele und gleichgroße Cylinder von ungefähr 6 Zoll Länge und 1 1/2 Zoll Durchmesser, ersterer von Holz, letzterer von Messing. Auf dem Holzcylinder sind schraubenförmige Vertiefungen eingeschnitten, welche zur Isolirung eines dünnen darauf gewundenen Drahtes dienen, dessen erstes Ende mittelst eines am Cylinder befestigten Messing-

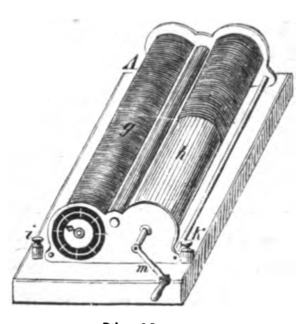


Fig. 22.

ringes mit der Metallklemme i dauernd in Verbindung steht. Das andere Ende des dünnen Drahtes ist auf dem Messingcylinder befestigt; letzterer steht mit der Klemme k in leitender Verbindung. Die Kurbel m kann entweder auf dem Holzcylinder g oder dem Messingcylinder h angesteckt werden; dreht man durch sie letzteren rechts herum, so wickelt sich der dünne Draht vom Holzcylinder ab und auf den Messingcylinder; wird dagegen ersterer links herum gedreht, so windet sich der Draht vom Messingcylinder auf den Holzcylinder. Werden nun die Klemmen i und k in eine elektrische Kette eingeschaltet, so durchläuft der Strom nach einander sämmtliche Drahtwindungen, welche auf dem Holzcylinder sich befinden, weil diese von einander isolirt sind, auf dem Messingcylinder dagegen, wo die Drahtwindungen nicht von einander isolirt sind, geht der Strom von dem Punkte an, wo der Draht den Cylinder berührt, sogleich zur Klemme k, und es ist demnach der als Widerstand eingeschaltete Theil der Drahtlänge das veränderliche Stück, welches sich auf dem Holzcylinder befindet. Von den Schraubengängen des Holzcylinders gehen 40 auf einen Zoll und der aufgewundene Messingdraht hat 0,01 Zoll im Durchmesser. Die auf dem Holzcylinder befindlichen Drahtwindungen liest man an einer zwischen beiden Cylindern befindlichen Scala ab, während die Theile einer Umwindung durch einen Zeiger angegeben werden, welcher auf der Achse des Holzcylinders sitzt und sich auf einem getheilten Kreise herumbewegt. Schaltet man mit dem Rheostaten und einem Rheometer in den Stromkreis noch einen Körper ein, dessen Widerstand gemessen werden soll, so braucht man nur zu beobachten, wie viel Draht des Rheostates mehr im Stromkreis einschalten muß, um nach dem Herausnehmen des betreffenden Körpers aus dem Stromkreise in diesem wieder dieselbe Stromstärke zu erhalten.

Um abwechselnd größere oder kleinere Mengen der Widerstandseinheit in einen Stromkreis einschalten zu können,

stellt man Widerstandsrollen her, welche einer bestimmten Menge Einheiten entsprechen, und ordnet diese bequem neben einander an, etwa so wie es Fig. 23 zeigt. Hier laufen

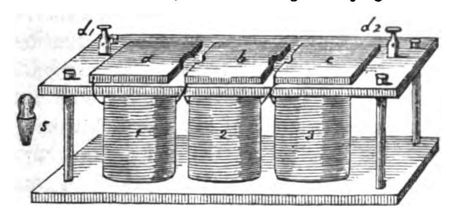


Fig. 23.

die Enden der Rolle 1 nach den metallenen Platten a und b, die Enden der Rolle 2 nach den Platten b und c, die Enden der Rolle 3 nach der Platte c und der Klemmschraube d_2; die Platte a ist noch mit der Klemme d_1 verbunden. Werden die Poldrähte einer Batterie an die Klemmen d_1 und d_2 geführt, so muß der Strom alle drei Rollen durchlaufen; steckt man den metallenen Stöpsel s in das Loch zwischen a und b, oder zwischen b und c, so durchläuft der Strom blos die Rollen 2 und 3 oder 1 und 3, weil die Enden der Rolle 1 oder 2 leitend verbunden sind; steckt man in jedes dieser Löcher einen Stöpsel s, so geht der Strom blos durch die Rolle 3. Bei einer kleinen Abänderung dieses Rheostaten würde selbst die Rolle 3 noch ausgeschaltet werden können.

65. Welche Einrichtung hat die Wheatstone'sche Brücke?

Wheatstone's Brücke oder Differentialwiderstandsmesser diente ursprünglich zur Bestimmung geringer Widerstände und ist folgendermaßen construirt: Auf einem Brette (Fig. 24, S. 58) stehen, ein Parallelogramm bildend, vier Drahtklemmen a, b, c, d, ferner zwischen a und d

die Klemmen e f, so wie zwischen d und b die Klemmen g und h. Diese Klemmen sind, wie Fig. 24 zeigt, durch Drähte, die Klemmen a und b mit den Polen der Batterie verbunden; zwischen c und d wird ein Rheometer m eingeschaltet.

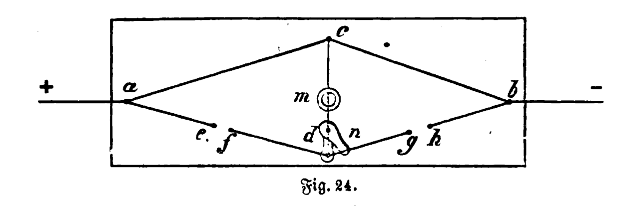


Fig. 24.

Sind zwischen e und f, g und h ebenfalls Drähte eingeschaltet, so verzweigt sich der Strom bei a, bei c und d, um sich bei b wieder zu vereinigen; hier kommen jedoch nur die Stromtheile in Betracht, welche durch das Rheometer m gehen. Ein Stromzweig geht in der Richtung a c m d g h b, wie es in Fig. 25 durch die ausgezogene Linie angedeutet ist;

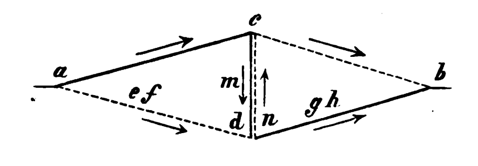


Fig. 25.

ein anderer Stromzweig geht von a über e, f, d, n und c nach b, also in entgegengesetzter Richtung durch das Rheometer, wie es durch die punktirte Linie angedeutet ist. Sind nun die Widerstände in den beiden Drahtleitungen a c d b und a d c b vollkommen gleich, so sind es auch die beiden in entgegengesetzten Richtungen durch das Rheometer m

gehenden Stromzweige und umgekehrt; das Rheometer zeigt dann keinen Strom an, sein Zeiger steht auf Null.

Verändert man dann die Länge des zwischen e und f befindlichen Drahtes, so sind die Widerstände a c d b und a d c b und daher auch die beiden Stromtheile nicht mehr gleich, die Differenz der Ströme muß vom Rheometer angezeigt werden. Sind nun die Widerstände a c und c b, a e und b h, d f und d g gleich, und schaltet man zwischen g und h und zwischen e und f Drähte von gleichem Widerstande ein, so muß der Zeiger des Rheometers m auf Null zu stehen kommen. Zur leichteren Regulirung kann man noch das Messingschieberchen n verwenden, um damit den Weg c m n g zu verändern. Schaltet man jetzt zwischen e und f den Draht ein, dessen Widerstand man messen will, und auf der anderen Seite zwischen g und h Normaldraht, bis der Zeiger von m wieder auf Null steht, so hat der zwischen g und h hinzugefügte Normaldraht denselben Widerstand, wie der Draht zwischen e und f. Allgemeiner: die durch das Rheometer gehenden Ströme äußern gleiche Wirkung auf das Rheometer m, sobald das Product aus den Widerständen in den Seiten a c und d b des Parallelogramms eben so groß ist, als das Product der Widerstände in den Seiten a d und c b.

66. Welche chemische Wirkungen hat der galvanische Strom?

Der galvanische Strom zerlegt die von ihm durchströmten Flüssigkeiten, daher auch die leitenden Flüssigkeiten in den Elementen während des Stromdurchganges in ihre Bestandtheile. Die Physiker Carlisle und Nicholson beobachteten zuerst, im Jahre 1800, daß das Wasser während des Durchganges des elektrischen Stromes in seine Bestandtheile, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, zerlegt wird; es war dies zugleich der erste Versuch, bei welchem das Wasser direct in seine Bestandtheile zerlegt wurde. Ein zweckmäßiger

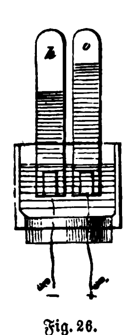


Fig. 26.

Apparat zur Wasserzersetzung ist in Fig. 26 dargestellt. Durch den isolirenden Boden eines mit angesäuertem Wasser gefüllten Gefäßes gehen zwei Platindrähte f und f′ und enden in dem Gefäße in Platinbleche, ohne sich unmittelbar zu berühren. Ueber jedes Platinblech wird ein mit derselben Flüssigkeit gefülltes Gläschen umgestürzt, dessen untere Oeffnung sich unter dem Flüssigkeitsspiegel befinden muß. Verbindet man die Drahtenden f und f′ mit den Polen einer Batterie, so beginnt sogleich die Zersetzung des Wassers; das Sauerstoffgas entwickelt sich an dem Ende des Drahtes f′, wo der positive Strom austritt, und sammelt sich in dem Gläschen o, das Wasserstoffgas am Ende des Drahtes f und sammelt sich im Gläschen h; letzteres Gas nimmt doppelt so viel Raum ein, als ersteres. Die Gasentwickelung ist um so lebhafter, je näher die Platinbleche einander stehen, je größer dieselben sind und je stärker die Elektricitätsquelle ist. Reines Wasser ist auf diese Weise viel schwerer zu zersetzen, als solches, welches einen geringen Zusatz von Säure hat, weil letzteres viel besser leitet. Umgekehrt befördert der elektrische Strom auch chemische Verbindungen, namentlich die Oxydation des positiven Pols, wenn derselbe aus einem oxydabeln Metall besteht.

67. Wie kann man sich die Wasserzersetzung durch den galvanischen Strom erklären?

Wenn sich zwischen den beiden Polen einer galvanischen Batterie eine Wasserschicht befindet, so wird der positive Pol den negativen Bestandtheil (also den Sauerstoff) der zunächstliegenden Wassertheilchen anziehen und dem positiven Pole zukehren, während das abgestoßene positive Wasserstoffatom

von dem positiven Pole abgewendet wird. Der positive Wasserstoff des ersten Wassertheilchens 1 (Fig. 27) zieht jetzt den negativen Sauerstoff des zweiten Wassertheilchens 2 an u. stößt den Wasserstoff des letzteren ab; dieselbe Wirkung wird von 2 auf 3, von 3 auf 4 u. s. w. ausgeübt, so daß die Sauerstoffatome sämmtlicher Wassertheilchen dem positiven, die Wasserstoffatome dem negativen Pole zugekehrt sind. Das Wasserstoffatom des ersten verbindet sich nun mit dem Sauerstoffatom des zweiten wieder zu Wasser, eben so der Wasserstoff des zweiten mit dem Sauerstoff des dritten u. s. f., und es geht demnach auf der ganzen Strecke zwischen beiden Polen eine beständige Zersetzung und Wiederbildung von Wasser vor sich, mit Ausnahme an den beiden Polen, wo die ausgeschiedenen Wasserbestandtheile sich anhäufen. Die Beweglichkeit der Wassertheilchen ist behufs der Zersetzung nothwendig; Eis wird nicht zersetzt und leitet auch den Strom nicht.

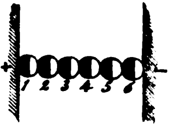


Fig. 27.

68. Zerlegt der elektrische Strom alle zusammengesetzten Körper?

Wenn auch noch nicht alle, so doch sehr viele Körper hat man durch den elektrischen Strom in ihre Bestandtheile zerlegt, namentlich bei Anwendung recht starker Ströme. Bedingung ist jedoch der flüssige Zustand der Körper. Im Jahre 1807 entdeckte der englische Gelehrte Davy mit Hülfe der Volta'schen Säule die Zerlegbarkeit der Alkalien, welche man bis dahin für einfache Körper gehalten hatte; aus dem Kali und Natron stellte derselbe das Kalium- und Natrium-Metall dar. Auch die Salze werden durch den galvanischen Strom zerlegt und die Säure, als der negative Bestandtheil, an dem positiven, die Basis, als der positive Bestandtheil, an dem negativen Pol ausgeschieden. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man in eine

Uförmig gebogene Glasröhre eine mit Malventinctur schwach gefärbte Lösung von Glaubersalz gießt und in die beiden Schenkel dieser Röhre die Polardrähte einer Batterie eintaucht. Hierdurch erfolgt einerseits eine Zersetzung des Lösungswassers und eine Gasentwickelung, andererseits eine Trennung der Säure von der Basis, welche man daraus erkennt, daß die Flüssigkeit am positiven Pole roth, am negativen grün gefärbt wird. Kehrt man die Pole um, so stellt sich erst die violette, ursprüngliche Färbung wieder her, dann erscheint die rothe Farbe, wo vorher die grüne war, und so umgekehrt. Die chemische Zersetzung einer Flüssigkeit macht den Durchgang des Stromes durch dieselbe möglich. Absoluter Alkohol, Oel u. s. w. werden nicht zersetzt, leiten aber auch den Strom sehr schlecht.

69. Wie nennt man die Körper, die einer chemischen Zersetzung durch den elektrischen Strom fähig sind?

Nach Faraday benennt man die durch Elektricität zerlegbaren Flüssigkeiten Elektrolyte, den Act der Zersetzung selbst Elektrolyse, die Polplatten Elektroden, die Bestandtheile der Elektrolyten Jonen. An der positiven Elektrode (Anode), durch welche der (+) Strom in die Flüssigkeit eintritt, scheidet sich das (—) elektronegative Anion aus, an der Kathode das elektropositive Kation. Bei der Elektrolyse solcher Metallsalze, deren Metall nicht viel Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, wird an der Anode Sauerstoff frei, an der Kathode hingegen das Metall als solches niedergeschlagen. Taucht man z. B. die beiden aus Platinblechen bestehenden Pole in eine Lösung von Kupfervitriol, so entbindet sich am positiven Pole Sauerstoff, während am negativen Pole das Kupfer metallisch niedergeschlagen und das Platin von einer Kupferschicht überzogen wird.

70. Was ist ein Voltameter?

Ein Voltameter ist ein Gefäß mit Wasser, in welches die beiden Pole einer Batterie so eingeführt sind, daß die Gase, in welche schwach angesäuertes Wasser sich durch den elektrischen Strom zersetzt, bequem aufgefangen und ihrem Volumen nach gemessen werden können. Die in einer gewissen Zeit gelieferte Gasmenge ist proportional der Stromstärke. Als Einheit der Stromstärke dient dabei (nach Jacobi) ein Strom, der in 1 Minute 1 Kubikcentimeter Knallgas (Gemisch von Wasserstoff- und Sauerstoffgas, aus dem das Wasser zusammengesetzt ist) bei einer Temperatur von 0° C. und 760 Millimeter Barometerstand liefert. Das Voltameter ist für sehr schwache Ströme nicht anwendbar, weil das Instrument selbst einen sehr bedeutenden Leitungswiderstand darbietet.

71. Wie erklärt sich die Wirkung der constanten Batterien?

Wenn man die Ablagerung von Wasserstoffgas an der negativen Polplatte hindert, so findet keine Polarisation und folglich keine Stromschwächung statt. Umgiebt man z. B. das Kupfer eines Zink-Kupfer-Elementes mit einer Lösung von Kupfervitriol, wie bei der Daniell'schen Batterie, so findet keine Polarisation statt, weil der Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd) durch einen elektrischen Strom dergestalt zersetzt wird, daß der bei der Wasserzersetzung gebildete Wasserstoff durch den Sauerstoff des Kupferoxyds zu Wasser oxydirt wird, während das metallische Kupfer sich am Kupferpole abscheidet. Der Sauerstoff des zersetzten Wassers geht zum Zink, bildet Zinkoxyd und dieses mit der Schwefelsäure schwefelsaures Zinkoxyd oder Zinkvitriol. Eben so wird bei der Grove'schen Batterie der gebildete Wasserstoff durch den Sauerstoff der concentrirten Salpetersäure oxydirt und so eine Gasablagerung am negativen Pole und eine Polarisation verhindert; dasselbe findet auch bei den

mit concentrirter Salpetersäure um die Kohle herum gefüllten Bunsen'schen Batterien statt. Werden die Bunsen'schen Batterien innerlich und äußerlich, also um das Zink und die Kohle herum, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, so wird zwar der Wasserstoff nicht oxydirt, sondern an der Kohle frei, doch wird die Kohle dadurch nur sehr schwach polarisirt und der Strom also nur sehr wenig geschwächt. Das in der Batterie von Leclanché ausgeschiedene Ammonium wird vom Braunstein lebhaft oxydirt. Bei der Smee'schen Batterie wird der Wasserstoff von dem das Silber überziehenden Platinmoor mechanisch aufgenommen und so die Polarisation ebenfalls fast ganz verhütet.

72. Was versteht man unter Galvanoplastik?

Eine praktische Anwendung der Elektrolyse ist die von Jacobi erfundene Galvanoplastik. Das in der Daniell'schen Kette niedergeschlagene metallische Kupfer ist ablösbar und ein mikroskopisch genauer Abdruck vom Kupferpol der Kette. Man kann daher den galvanoplastischen Abdruck eines metallischen oder mit einem metallischen Ueberzuge versehenen Körpers erhalten, wenn man ihn zur negativen Polplatte eines mit Kupfervitriollösung gefüllten Daniell-schen Elementes macht. Sehr einfach ist folgender galvanoplastischer Apparat: Ein oben offenes, unten mit Schweinsblase dicht zugebundenes Glasgefäß wird mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, in welche ein auf einem Holzkreuze ruhendes Stück Zink zu liegen kommt. Dieses Gefäß wird in ein größeres mit Kupfervitriollösung gefülltes Gefäß so eingehängt, daß die Schweinsblase noch $1^1/_2$ bis 2 Zoll über dem Boden des letzteren sich befindet. In die Kupfervitriollösung kommt die abzunehmende Form zu liegen, welche natürlich elektronegativer sein muß, als Zink. Sobald die Form mit dem Zink in leitende Verbindung gesetzt wird, beginnt das Niederschlage des Kupfers auf die Form. Als Form einer

galvanoplastisch zu vervielfältigenden Münze kann ein Abguß derselben aus leichtflüssigem Rose'schen Metall dienen, oder ein Abguß aus Wachs oder Stearin, welchen man mit einem zarten metallischen Ueberzug von Graphit oder Kupferbronce versieht. Die Form wird in die Kupfervitriollösung so gelegt, daß die leitende Oberfläche nach oben gekehrt ist; der in die Kupfervitriollösung eingetauchte Kupferdraht wird mit Schellack oder Siegellack überzogen, damit sich auf demselben kein Kupfer niederschlage; blos wo er mit der Form in Verbindung ist, muß er metallische Oberfläche haben. Bei Anwendung zu kräftiger Elemente in der Galvanoplastik setzt sich das Kupfer als metallisches Pulver an.

Auf dieselbe Weise wie das Kupfer kann man auch Gold, Silber, Platin und andere Metalle galvanisch niederschlagen und dadurch andere Metalle vergolden, versilbern u. s. w. Der Niederschlag erfolgt gewöhnlich aus einer Lösung von Cyankalium mit Chlorgold oder Chlorsilber in Wasser.

73. Welche Lichterscheinungen erzeugt der galvanische Strom?

Beim Schließen und noch mehr beim Oeffnen des Schließungsdrahtes einer galvanischen Kette entsteht an der Unterbrechungsstelle ein Funken, welcher sich jedoch von dem durch Reibungselektricität entstehenden wesentlich unterscheidet. Der galvanische Funken ist klein und kann nur einen verhältnißmäßig kleinen Raum überspringen; zu seiner Hervorbringung gehört eine ziemlich starke Batterie. Man kann den Funken besonders gut beobachten, wenn man eine Feile mit einem Pole verbindet und mit einem Drahte, welcher den anderen Pol bildet, darüber hinwegfährt. Lebhafte Funken mit einem knallartigen Geräusch erhält man, wenn man das Oeffnen und Schließen durch Eintauchen des Polardrahtes in Quecksilber und Herausziehen aus demselben bewerkstelligt. Die interessanteste Lichterscheinung durch den galvanischen Strom zeigt sich, wenn man einen

starken Strom durch zwei einander zugekehrte Spitzen von dichter Kohle hindurchgehen läßt, wobei durch das helle Aufglühen der letzteren ein sehr intensives Licht entsteht. Wenn die Kohlenspitzen ein wenig von einander entfernt sind, so entsteht durch die vom positiven Pol zum anderen übergehenden glühenden Kohlentheilchen ein herrlicher Licht- oder Flammenbogen.

74. Welche Wärmeerscheinungen erzeugt der galvanische Strom?

Jeder Körper wird durch einen durch ihn gehenden galvanischen Strom mehr oder weniger erwärmt, und zwar nimmt die Wärmeentwickelung eines theils in gleichem Verhältnisse mit dem Leitungswiderstande, anderntheils mit dem Quadrate der Stromstärke zu. Geht ein hinreichend starker Strom durch einen Metalldraht von verhältnißmäßig großem Widerstande hindurch, so bringt er denselben zum Glühen; ein und derselbe Draht zeigt bei gleicher Stromstärke auch stets dieselbe Glüherscheinung, welche Länge er auch haben mag.

75. Wozu verwerthet man das Drahtglühen durch den galvanischen Strom?

Das Glühen eines Metalldrahtes durch den galvanischen Strom benutzt man mit Vortheil zum Felsensprengen; man legt in die Patrone einen dünnen, in einen Schließungsdraht eingeschalteten Draht ein, welcher beim Schließen der Kette in beliebiger Entfernung zum Glühen kommt und das Pulver schnell und sicher entzündet. Die Zuleitungsdrähte müssen einzeln mit einer isolirenden Masse überzogen sein, insbesondere beim Sprengen unter Wasser. Das Entzünden des Pulvers mittelst des galvanischen Stromes ist namentlich beim Sprengen großer Massen von Vortheil, weil eine Anzahl kleinerer Bohrlöcher, wenn sie genau gleichzeitig entzündet werden, dieselbe Wirkung hervorbringen,

wie eine große Mine. Mehrere Bohrlöcher kann man aber gleichzeitig nur mittelst Elektricität entzünden, wenn man alle Bohrlöcher in den Schließungsbogen einer und derselben Batterie bringt.

76. **Welches sind die physiologischen Wirkungen der galvanischen Elektricität?**

Der menschliche (und thierische) Körper oder ein Theil desselben empfindet, wenn er in den Schließungsbogen der elektrischen Kette eingeschaltet wird, sowohl beim Oeffnen, als beim Schließen der Kette Zuckungen und Schläge.

Sechstes Kapitel.

Vom Magnetismus und Elektromagnetismus.

77. Was versteht man unter einem Magnete?

Gewisse Eisenerze besitzen die Eigenschaft, Eisen (und einige andere Körper) anzuziehen; Eisenfeile oder kleinere Eisenstücke bleiben an ihnen hängen. Solche Eisenerze (Magneteisensteine) heißen natürliche Magnete. Nicht jedes Eisenerz ist von Natur magnetisch, wohl aber kann man es fast durchgängig magnetisch machen. Auch Stahl kann man in einen bleibenden Magnet verwandeln; solche künstliche Magnete kann man von beliebiger Gestalt und Größe machen.

78. Was heißt magnetische Polarität?

Die beiden Enden eines Magnetes, welche das Eisen am kräftigsten anziehen, heißen die magnetischen Pole. Zwischen beiden Polen liegt die wirkungslose neutrale oder indifferente Zone. Die Pole sind nicht von gleicher Natur, sondern sie zeigen ein entgegengesetztes Verhalten gegen einen und denselben Pol eines zweiten Magnetes. Hiervon kann man sich am besten überzeugen, wenn man dem Magnet die Form einer um ihren Mittelpunkt leicht drehbaren Nadel (Magnetnadel) giebt. Nähert man einen und denselben Pol eines Magnetstabes den Polen dieser Magnetnadel, so zieht er den einen Pol der letzteren an

und stößt den anderen ab; das Umgekehrte findet statt, wenn man den zweiten Pol des Magnetstabes den Polen der Magnetnadel nähert. Diejenigen Pole zweier Magnete, welche gegen einen und denselben Pol eines dritten Magneten in Bezug auf Anziehung und Abstoßung gleiches Verhalten zeigen, heißen gleichnamige Pole. Es gilt also folgendes wichtige Gesetz: Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Wenn man eine auf einer Spitze frei spielende Magnetnadel sich selbst überläßt, so nimmt sie, weil die Erde ebenfalls ein Magnet ist, stets eine bestimmte Stellung ein, und zwar zeigt die eine Hälfte nach Norden zu, die andere nach Süden; der nach Norden zeigende Pol der Magnetnadel heißt der Nordpol, der nach Süden gerichtete der Südpol. Nach dieser Bezeichnung läßt sich das oben angegebene Gesetz auch so ausdrücken: Der Nordpol eines Magneten zieht den Südpol eines jeden anderen an; dagegen stoßen sich zwei Nordpole gegenseitig ab, eben so auch zwei Südpole.

Einige andere magnetische Erscheinungen kommen später zur Sprache, noch andere können hier unberücksichtigt bleiben.

79. Wie erfolgt die Erregung des Magnetismus?

Man nimmt an, jedes kleine Theilchen eines magnetisirbaren Körpers sei ein vollständiger Magnet; in einem nichtmagnetischen Körper haben aber diese Elementarmagnete eine ganz beliebige Lage, der eine ist mit seinem Nordpol dahin, der andere dorthin gerichtet; werden alle diese Magnetchen mit ihren gleichnamigen Polen gleichgerichtet, so wird der Körper magnetisch. Wenn ein Magnet einem Stück Eisen genähert wird, so erfolgt in letzterem eine Vertheilung des Magnetismus, alle Elementarmagnete erhalten gleiche Richtung, das Eisen wird selbst magnetisch

und dann nach obigem Gesetze angezogen. Nach dem Entfernen des Magnetes drehen sich die Magnetchen im Eisen wieder beliebig und letzteres verliert den Magnetismus. Wird gehärteter Stahl magnetisch gemacht, so behält er den Magnetismus zum größten Theile. Diese Fähigkeit des Stahls, den Magnetismus zu behalten, heißt Coercitivkraft. Der Grad von Magnetismus, den ein Stahlmagnet nach sehr starker Magnetisirung behält, heißt Sättigung desselben. Unmagnetische Körper zwischen dem vertheilenden Körper und dem anderen stören die Vertheilung nicht.

Außer durch Vertheilung erzeugt man Magnete auch durch Streichen mit Stahlmagneten. Dünnere Stahlstäbchen magnetisirt man einfach so, daß man das Stäbchen seiner ganzen Länge nach stets in derselben Richtung mit einem und demselben Pol eines kräftigen Magnetes streicht; noch besser streicht man die eine Hälfte des Stäbchens, von der Mitte gegen das eine Ende hinfahrend, mit dem einen, die andere Hälfte in gleicher Weise mit dem anderen Pole des Magnetes. Das Ende der mit dem Nordpole gestrichenen Hälfte wird hierbei ein Südpol, das Ende der anderen, mit dem Südpole gestrichenen Hälfte ein Nordpol. Mehrere künstliche Magnete, mit den gleichnamigen Polen aufeinandergelegt, bilden ein magnetisches Magazin; steckt man jedes Ende eines solchen Bündels in ein Stück weiches Eisen (Armatur), so erhöht sich dessen Wirkung.

80. Worin besteht der Elektromagnetismus?

Unter Elektromagnetismus versteht man die gegenseitige Einwirkung der Elektricität und des Magnetismus auf einander, so wie die Erzeugung von Magnetismus durch den elektrischen Strom.

81. Welches ist die Grunderscheinung des Elektromagnetismus?

Zu Ende 1819 machte Professor Oersted in Kopenhagen*) die Beobachtung, daß eine Magnetnadel, in deren Nähe ein elektrischer Strom vorbeigeht, aus ihrer natürlichen Richtung abgelenkt wird; er fand, daß die Ablenkung verschieden ist, jenachdem der Strom über oder unter, auf der einen oder anderen Seite der Nadel vorbeigeht, und daß mit der Umkehrung des Stromes auch die Ablenkung eine entgegengesetzte wird. Gesetzt also, man habe einen nach Fig. 28 gebogenen Draht und es circulire in demselben ein (positiver) Strom in der Richtung der beigesetzten Pfeile von a nach

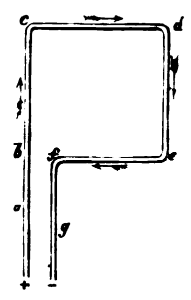


Fig. 28.

b c d e f und g, so wird eine Magnetnadel, welche, über den Theil c d gehalten, in ihrer natürlichen Lage parallel mit c d ist, wenn der obere Pfeil nach Norden zeigt, nach dem Eintritte des elektrischen Stromes so abgelenkt, daß sich der Nordpol nach Osten hin bewegt (Fig. 29). Hält man die Nadel unter das Drahtstück c d, so wird das Nordende der Nadel nach Westen abgelenkt (Fig. 30). Am Drahtstücke e f ist wegen der entgegengesetzten Stromrichtung auch die Ablenkung die entgegengesetzte: über dem Drahtstücke e f wird das Nordende der Nadel nach Westen, unter demselben nach Osten abgelenkt.

---

*) Nach einer Stelle in dem 1804 in Paris erschienenen Manuel du Galvanisme von Joseph Izarn scheint der Arzt Romagnesi in Trient damals schon die Ablenkung der Magnetnadel und eben so der Chemiker J. Mojon in Genua die Erregung von Magnetismus in einer nichtmagnetischen Nadel durch den elektrischen Strom gekannt zu haben.

82. Wie bestimmt man die Nadelablenkung im Voraus?

Denkt man sich in den Leiter so hineingelegt, daß der positive Strom vom Kopfe zu den Füßen herabgeht und daß

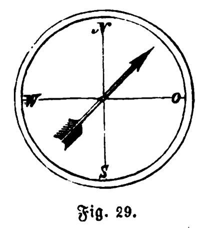


Fig. 29.

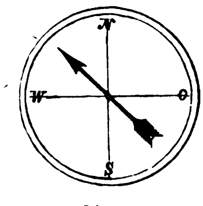


Fig. 30.

man der Magnetnadel immer das Gesicht zuwendet, so wird der Nordpol (d. h. das nach Norden zeigende Ende) derselben stets nach rechts abgelenkt.

83. Was ist ein Multiplicator?

Führt man den Draht (ähnlich wie Fig. 28 zeigt) erst über, dann unter der Nadel nahe an derselben hin, so lenken beide Drahtenden die Nadel in gleichem Sinne ab. Umgiebt man aber die Magnetnadel mit einer großen Zahl gegen einander isolirter Windungen, so wirkt der Strom in jeder einzelnen Windung auf die Nadel, die Gesammtwirkung wird also bedeutend verstärkt. Diese Verstärkung läßt sich aber nicht beliebig groß machen, weil sich bei einer und derselben Elektricitätsquelle durch Vermehrung der Windungen der Widerstand vergrößert, also die Stromstärke vermindert; auch wird durch Vermehrung der Windungen die Entfernung der äußeren Lagen von der Nadel vergrößert, also die elektromagnetische Wirkung immer geringer. Schon 1820 construirten Schweigger und Poggendorff nach diesen Grundsätzen das in Fig. 31 abgebildete Instrument (den Multiplicator), welches den Zweck hat, schwache gal-

vanische Ströme dadurch bemerkbar zu machen, daß der durch umwundene Seide isolirte Draht in vielen Windungen um die Nadel herumgeführt wurde, damit der Strom jeder einzelnen Windung auf die Nadel wirken könne.

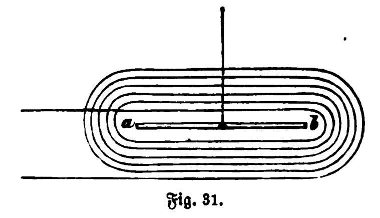


Fig. 31.

84. **Was ist eine astatische Magnetnadel?**

Eine astatische Magnetnadel (Fig. 32) wurde zuerst von Nobili in Florenz angewandt; sie besteht aus zwei parallelen Magnetnadeln, welche mit einander so verbunden sind, daß der Nordpol der einen und der Südpol der anderen nach derselben Seite hin liegen.

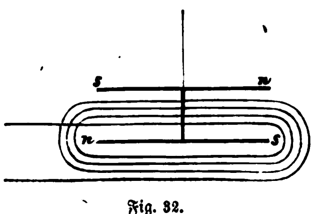


Fig. 32.

Die Erde kann auf diese Verbindung fast gar keine Richtkraft ausüben, weil der Nordpol der einen eben so stark angezogen, als der Südpol der anderen abgestoßen wird. Wird eine solche Nadel, so wie es Fig. 32 zeigt, in den Multiplicatordraht eingeschaltet, so wird sie sehr leicht durch den Strom abgelenkt, weil die Richtkraft des Erdmagnetismus ganz unbedeutend ist, während der Strom beide Nadeln nach derselben Seite hin ablenkt.

85. **Was ist ein Galvanometer oder eine Bussole?**

Der Multiplicator dient als Galvanometer zum Messen, als Galvanoskop zum Wahrnehmen schwacher

galvanischer Ströme. In einem hölzernen Gehäuse (Fig. 33) mit einer großen Zahl darum gelegter isolirter Drahtwindungen ist eine (astatische) Magnetnadel parallel den horizontalen Windungen an einem feinen Coconfaden aufgehängt. Ein mit der Nadel verbundener Zeiger bewegt sich auf einer getheilten Kreisscheibe und zeigt die Größe der Ablenkung an. Werden die Drahtenden n und p mit den Polen einer Elektricitätsquelle verbunden, so wird die Nadel, selbst bei ganz schwachem Strome, stark abgelenkt.

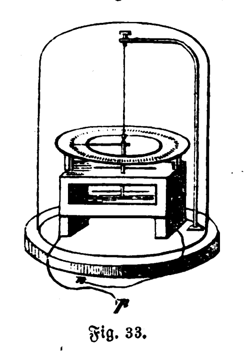


Fig. 33.

86. Was ist ein Magnetometer?

Ein Magnetometer besteht aus einem kupfernen Gehäuse mit darum gelegten Drahtwindungen; in diesem Gehäuse hängt an einem Faden ein mit einem kleinen senkrechten Spiegel versehener Magnetstab, welchen ein durch die Drahtwindungen gehender elektrischer Strom aus seiner natürlichen Lage ablenkt. Dem Spiegel gegenüber steht ein Fernrohr, und rechtwinklig zu dessen Achse steht eine Scala, deren Theilung man durch das Fernrohr im Spiegel sehen kann. Hat in Fig. 34 der Spiegel die Stellung ACB, so wird ein von dem Punkte T der (hier gekrümmten) Scala MM auf den Spiegel fallender Strahl in dem Einfallslothe CT nach dem bei F befindlichen Fernrohr zurückgeworfen. Dreht sich dagegen der Spiegel in die Lage A_1CB_1, das Einfallsloth um den Winkel TCD in die Lage CD, so erscheint im Fernrohr bei F ein Punkt E der Scala, welcher nach den Spiegelungsgesetzen von CD um einen Winkel ECD = DCT, von CT um den Winkel ECT = 2.DCT = 2.BCB_1 abweicht. Dieser durch die Spiege-

lung verdoppelte Ablenkungs-Winkel läßt sich zugleich noch um so deutlicher auf der Scala ablesen, je weiter diese vom

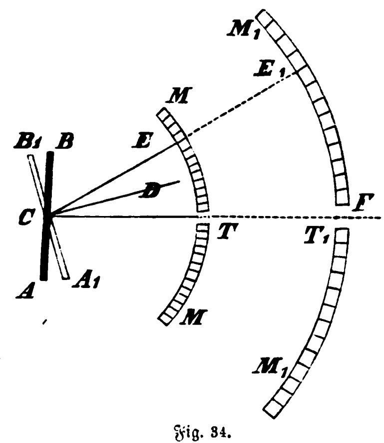


Fig. 34.

Spiegel entfernt ist; der Bogen $T_1 M_1$ ist ja doppelt so groß als TM, wenn $CT_1 = 2 . CT$ ist.

87. **Was ist ein Dämpfer?**

Das kupferne Gehäuse um den Magnetstab nennt man einen D ä m p f e r, weil die Bewegung des Magnetstabes in diesem Kupfergehäuse Ströme erregt (Fr. 103), welche der Bewegung des Magnetstabes entgegenwirken, denselben also schnell wieder zur Ruhe bringen oder dessen Bewegung dämpfen.

88. **Was ist eine Tangentenbussole?**

Eine T a n g e n t e n b u s s o l e (Fig. 35) besteht aus einem Kupferringe m, welcher unten getrennt ist und dessen beide gegen einander isolirte Enden mit den Drähten r und s

in Verbindung stehen. In der Mitte dieses Kupferringes von 30 Centimeter Durchmesser befindet sich eine von einem eingetheilten Kreise umgebene, etwa 3 Centimeter lange horizontale Magnetnadel b, auf einer feinen Spitze ruhend oder an einem Coconfaden hängend. Verbindet man mit den Drähten r und s die beiden Pole einer Batterie, so geht der Strom durch den Kupferring hindurch und lenkt die Magnetnadel ab. Diese Ablenkung der Magnetnadel durch einen kreisförmig um dieselbe herumgeführten Strom wird als Maß für die Stromstärke benutzt, und zwar wächst, wenn der Kupferring mit dem magnetischen Meridian zusammenfällt, wenn also die Verlängerung der Magnetnadel im Gleichgewichtszustande beide Seiten des Ringes trifft, die Stromstärke in gleichem Verhältnisse mit der trigonometrischen Tangente des Winkels, um welchen der Strom die Nadel ablenkt. Bei kleinen Ablenkungen und wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt, kann man die Stromstärke auch proportional dem Ablenkungswinkel selbst setzen.

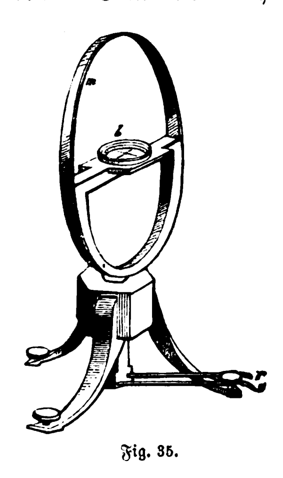


Fig. 35.

89. **Was ist eine Sinusbussole?**

Bei der Sinusbussole befindet sich die Magnetnadel in der Mitte eines verticalen Kreises, welcher um eine verticale Achse drehbar ist, sodaß man die Drehung auf einem unteren, getheilten, festen Kreise ablesen kann. Um den verticalen Kreis ist ein Leitungsdraht gewunden. Das Instrument wird zuerst so aufgestellt, daß die Ebene der Draht-

windungen in den magnetischen Meridian fällt, und in diesem Falle steht die Magnetnadel, so wie die Marke des unteren getheilten Kreises, auf dem Nullpunkte. Darauf sendet man den Strom durch die Drahtwindungen und dreht immer den verticalen Kreis so weit in derselben Richtung, in welcher die Nadel abgelenkt wird, bis die Nadel wieder in der Ebene der Windungen, also auf dem Nullpunkte, steht. Die schließliche Ablenkung der Nadel aus dem magnetischen Meridian wird dann am unteren Theilkreise abgelesen, und es ist die Stromstärke dem Sinus dieses Ablenkungswinkels proportional.

90. Welche Wirkung äußert der elektrische Strom auf weiches, unmagnetisches Eisen und Stahl?

Der elektrische Strom wirkt nicht blos richtend auf Magnete, sondern erzeugt auch (was Arago 1820 entdeckte) in weichem Eisen und Stahl Magnetismus. Dies geschieht am besten, wenn man mit Wolle oder Seide umgebenen Draht spiralförmig um einen Stab oder um ein Hufeisen von Eisen oder Stahl wickelt und durch den Draht einen elektrischen Strom führt. Hierbei kommt, wenn man sich so in den Strom hineingelegt denkt, daß der (positive) Strom vom Kopfe zu den Füßen herabgeht, während man den Stab vor sich hat, der Nordpol des entstehenden Elektromagneten nach rechts, der Südpol nach links zu liegen. Die ersten (Hufeisen-) Elektromagnete stellte 1825 Sturgeon in Woolwich her.

Von besonderer Wichtigkeit für die Wissenschaft im Allgemeinen und für die Telegraphie im Besonderen ist es, daß der Stahl durch ein solches Verfahren nach und nach permanent magnetisch gemacht wird, während weiches, kohlenstofffreies Eisen den Magnetismus (fast) sogleich wieder verliert, wenn der elektrische Strom aufhört. Bezeichnet in Fig. 36 m ein hufeisenförmiges Eisen, um welches ein isolirter Draht

in der bezeichneten Weise gewunden ist (d. h. auf beiden Schenkeln des Hufeisens in einer rechts gewundenen Spirale) und tritt bei a der positive Strom ein, bei b aus, so entsteht nach obiger Regel beim Eintritte a ein magnetischer Südpol, beim Austritte b ein Nordpol; der Eisenanker A wird daher angezogen und bleibt es, so lange der elektrische Strom durch die Spirale circulirt. Wird der Draht um die Schenkel des Hufeisens in links gewundenen Spiralen gewickelt und tritt der positive Strom ebenfalls bei a ein, so entsteht bei a ein Nordpol und bei b ein Südpol. Mit anderen Worten: Bei einer rechts gewundenen Spirale entsteht jedesmal an demjenigen Ende, an welchem der positive Strom eintritt, ein magnetischer Südpol, bei einer links gewundenen Spirale ein magnetischer Nordpol.

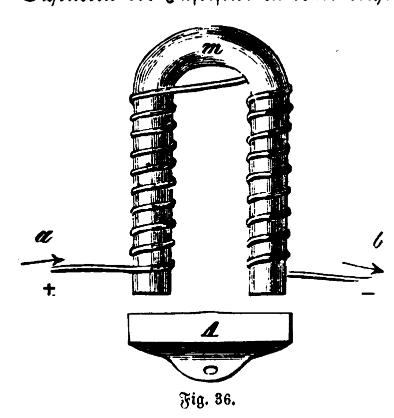


Fig. 36.

91. Aeußert Reibungselektricität auch magnetische Wirkungen?

Durch Reibungselektricität kann man Magnetnadeln ablenken, auch Stahlnadeln magnetisiren, wenn man Multiplicatoren mit sehr vielen, möglichst gut isolirten Windungen anwendet.

92. Welches ist die zweckmäßigste Form eines Elektromagnetes für telegraphische Zwecke?

Die gewöhnliche Form der Elektromagnete zeigt Fig. 37. Die eisernen Schenkel (Kerne) ii sind unten durch ein

eisernes Querstück B mit einander verbunden; ihnen gegenüber liegt der Anker A, welcher von den Polen ii angezogen wird, wenn der Strom die auf die Schenkel aufgesteckten hölzernen Spulen umkreist, auf welche der Draht von a bis c und von c bis b aufgewickelt ist. Diese Spulen mit den hölzernen Rändern sollen theils das Abrutschen des Drahtes von den Schenkeln verhindern, theils auch, bei etwaiger mangelhafter Isolirung einiger Windungen, den Uebergang des Stromes von einer Windung zur anderen auf geradem Wege verhüten. Das Eisen zu den Schenkeln der Elektromagnete für telegraphische Apparate soll ganz rein, weich und kohlenstofffrei sein, weil sonst etwas permanenter Magnetismus darin zurückbleibt, was zu mancherlei Störungen Veranlassung geben kann.

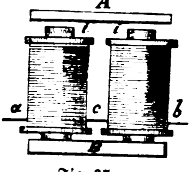


Fig. 37.

93. **Was erhöht die Wirkung des Stromes auf das Eisen?**

Das Vermögen einer Drahtspirale, zu magnetisiren, wächst mit der Zahl der Drahtwindungen und mit der Stärke des Stromes; man kann daher durch Vermehrung der Windungen und Verstärkung des Stromes auch den Magnetismus verstärken. Das Product, welches man durch Multiplication der Stromstärke mit der Windungszahl erhält, heißt die magnetisirende Kraft der Spirale. Die Weite der Windungen ist ohne Einfluß auf die Magnetisirung. Es giebt bei jedem Eisenstabe ein Maximum des Magnetismus (Sättigungszustand), welches nicht überschritten werden kann und bei sehr dünnen Stäben bald erreicht wird.

Die Anziehung des Ankers ist dem Quadrate des freien Magnetismus proportional, mit welchem der Magnet nach außen wirkt, z. B. auf eine Nadel. Der freie Magnetismus ist bei schwächeren Strömen der magnetisirenden

Kraft proportional, und dann ist bei gleichlangen massiven Kernen die Anziehung dem Durchmesser proportional. Gälte jene Proportionalität allgemein, so müßte das Maximum des Magnetismus dem Quadrate des Durchmessers, also dem Querschnitte des Kerns, proportional sein. Stets wird die Anziehung um so kleiner, je weiter der Anker vom Magnet entfernt ist.

94. Wovon hängt die Tragkraft der Elektromagnete ab?

Die Tragkraft (d. h. die Anziehung bei unmittelbarer Berührung zwischen Anker und Magnet) hängt einerseits von der magnetisirenden Kraft der Spirale, andererseits von den Dimensionen des Eisenkernes ab. Im Allgemeinen wächst die Tragkraft mit der Masse des Ankers und sie nähert sich einem Maximum, welches nahezu erreicht wird, wenn die Masse des Ankers der Masse des Eisenkerns des Elektromagnetes gleich ist. Man hat Eisenkerne von 8 bis 10 Centimeter Durchmesser und 30 bis 40 Centimeter Schenkellänge zu Magneten gemacht, welche über 2000 Pfund tragen konnten. Wenn bei vorgelegtem Anker der Strom unterbrochen wird, so hört der Magnetismus im Elektromagnet nicht ganz auf, sondern erst dann, wenn der Anker weggenommen wird.

95. Kann der Elektromagnetismus als Triebkraft dienen?

Da durch einfaches Schließen und Oeffnen einer elektrischen Kette eine kräftige Anziehung und Abstoßung eines Eisenankers erzeugt werden kann, so lag der Gedanke nicht fern, auf diese Weise eine Triebkraft zu erzeugen. Die ersten elektromagnetischen Motoren construirte Dal Negro in Padua (1834) und Jacobi in Petersburg (1834); ferner haben sich damit beschäftigt Wagner, Stöhrer, Page u. A., ohne indeß zu einem genügenden praktischen Resultate zu gelangen, besonders weil die Anziehung mit

der Entfernung so schnell abnimmt und weil die Unterhaltung der elektromagnetischen Maschinen viel theurer ist, als die der Dampfmaschinen. Bei den meisten dieser Apparate zeigte sich der Umstand nachtheilig, daß das Eisen nicht im Stande ist, seine Pole so schnell zu wechseln, als man den elektrischen Strom in der Spirale umkehren kann, um so mehr, je größer die zu magnetisirende Eisenmasse ist. Stöhrer vermied diesen Nachtheil, indem er die Rotation eines Elektromagnetes, dessen Pole nicht gewechselt werden, durch den Polwechsel einer elektrischen Spirale bewirkte, innerhalb welcher der Elektromagnet sich drehte.

Die großen Hoffnungen, welche sich anfänglich an die Elektromotoren knüpften, wurden bald entmuthigt, so daß man selbst eine zweckmäßige Ausbildung ihrer einzelnen Theile versäumte. In neuester Zeit schenkte man ihnen und ihrer Ausbildung wieder mehr Aufmerksamkeit, suchte sie u. A. zum Betriebe von Nähmaschinen zu verwenden.

96. Wie ist der Elektromotor von Page construirt?

Der Apparat von Page in New-York (1850) ist in Fig. 38 abgebildet. a und a′ sind zwei hohle Magnetisirungsspiralen, b und b′ zwei Eisencylinder, deren Achsen in eine Gerade fallen und die durch eine in derselben Geraden be-

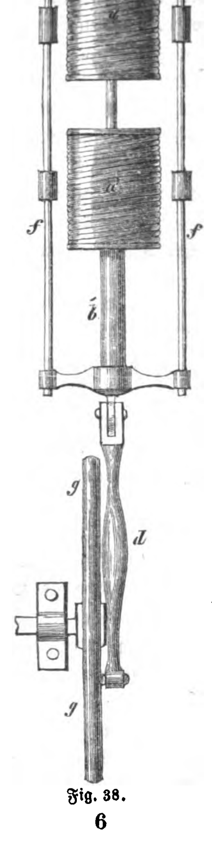


Fig. 38.

findliche Messingstange mit einander verbunden und an den Führungsstangen ff befestigt sind. Geht ein Strom durch die Spirale a, so wird der Eisencylinder b in dieselbe hineingezogen; wird dann der Strom in a unterbrochen und durch a' geleitet, so erfolgt die Bewegung in umgekehrter Richtung, indem alsdann b' in die Spirale a' hineingezogen wird. Wenn diese Bewegung vollendet ist, so tritt abermals ein Stromwechsel ein und das Spiel beginnt von Neuem. Diese hin- und hergehende Bewegung wird nun durch die bewegliche Triebstange d und das Schwungrad gg in eine rotirende umgewandelt. Die Vorrichtung zum Stromwechsel (der Stromwender oder Commutator) ist an der Schwungradswelle angebracht. Solche Stromwender können sehr verschieden eingerichtet sein; später sollen einige bei den einzelnen Telegraphenapparaten näher beschrieben werden.

97. Welche Wirkung üben zwei galvanische Ströme auf einander aus?

Die Wirkung zweier Ströme auf einander ist von Ampère entdeckt und näher untersucht worden; sie ist verschieden je nach der Richtung, Entfernung, Stärke und Länge der Ströme.

Ampère fand folgende Gesetze: Zwei parallele Ströme ziehen sich an, wenn sie beide gleiche Richtung haben, sie stoßen sich dagegen ab, wenn ihre Richtungen entgegengesetzt sind. Fig. 39 und 40 machen dies anschaulich. Die zwei gegen einander isolirten Metallständer v und t (Fig. 39) tragen am obersten Ende die senkrecht übereinander befindlichen Quecksilbernäpfchen yy. In diese Näpfchen tauchen die zugespitzten Enden eines zu einem Quadrat gebogenen Metalldrahtes, so daß letzterer frei um die Spitzen drehbar ist. a b (Fig. 40) ist der verticale Theil eines anderen geschlossenen Leiters, welcher einer Seite des beweglichen Leiters parallel ist. Läßt man nun den Strom einer

Batterie durch den beweglichen, den einer anderen Batterie durch den festen Leiter gehen, so wird, bei gleicher Richtung

Fig. 39.

Fig. 40.

der Ströme in den einander zugekehrten senkrechten Theilen, der bewegliche Leiter angezogen. Wird dagegen einer der Ströme umgekehrt, so daß die beiden parallelen Ströme entgegengesetzte Richtung haben, so stoßen sie sich ab.

Laufen zwei parallele Ströme in einem nach Fig. 41 umgebogenen Drahte in entgegengesetzter Richtung dicht neben einander her, so ist ihre Wirkung auf einen beweglichen Leitungsdraht Null.

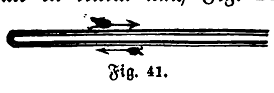


Fig. 41.

Gekreuzte Ströme sind solche, welche nicht parallel laufen, sie mögen sich in einem Punkte schneiden oder nicht; in letzterem Falle giebt es einen Punkt der kürzesten Entfernung beider Ströme. Zwei gekreuzte Ströme streben sich immer parallel zu stellen, um sich nach einer Richtung zu bewegen, oder mit anderen Worten: es findet Anziehung

zwischen den Theilen des Stromes statt, welche nach dem Kreuzungspunkte hingehen, und dann wieder zwischen denen, welche vom Kreuzungspunkte abgehen. Abstoßung aber findet statt zwischen einem Strome, welcher sich nach dem Kreuzungspunkte hin bewegt, und einem anderen, welcher von ihm weggeht. Kreuzen sich z. B. zwei Ströme a b und c d, Fig. 42, in r, so findet eine Anziehung zwischen den Theilen a r und c r statt, in welchen der Strom nach dem Kreuzungspunkte r hingeht, und zwischen den Theilen r b und r d, in welchen er vom Kreuzungspunkte abgeht; Abstoßung aber zwischen a r und r d, ferner zwischen c r und r b.

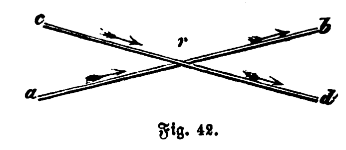


Fig. 42.

Aus den erwähnten Sätzen geht auch hervor, daß ein Strom, welcher einen Winkel bildet, ein Bestreben hat, den Draht zurückzubiegen und sich in eine gerade Linie zu stellen. Stellt a b c, Fig. 43, einen solchen Winkel vor, so stoßen sich die Theile a b und b c ab. b c hat also das Bestreben, sich in die Verlängerung von a b zu stellen.

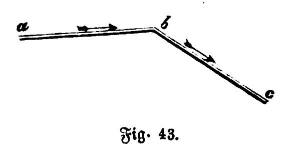


Fig. 43.

98. Als was kann man nach dem Ampère'schen Gesetze einen elektrischen Strom und einen Magnet betrachten?

Die Wirkung, welche zwei Stromelemente auf einander ausüben, kann man sich dadurch versinnlichen, daß man jedes durch ein kleines Magnetstäbchen ersetzt denkt, welches rechtwinklig auf der Stromrichtung steht und welches seinen Nordpol links, seinen Südpol rechts von derselben liegen

hat. Diese beiden Magnetstäbchen werden dieselbe anziehende und abstoßende Wirkung auf einander ausüben, wie die Stromelemente, statt deren sie gesetzt wurden.

Nach Ampère's Theorie kann man ferner jeden Magnet als ein System von elektrischen, unter sich parallelen, die einzelnen Theilchen des Magnetes umkreisenden Strömen betrachten, durch deren Anziehung und Abstoßung die Erscheinungen des Magnetismus vollständig erklärt werden können.

Die in Nr. 79 erwähnte Vertheilung des Magnetismus zum Beispiel wäre dann als eine Gleichrichtung dieser Ampère'schen Ströme aufzufassen, von denen man sich jedes Theilchen eines Eisen- oder Stahlstabes umflossen zu denken hat. Bei hartem Stahl erfolgt diese Gleichrichtung schwieriger und langsamer, aber dann bleibend; bei weichem Eisen lassen sich die Ströme schnell und leicht gleichrichten, verlieren aber die gleiche Richtung bei Beseitigung der vertheilenden Ursache sehr bald wieder.

Siebentes Kapitel.

Von der elektro-elektrischen und magneto-elektrischen Induction.

99. Was ist ein inducirter oder Inductionsstrom?

Befindet sich in der Nähe eines Stromkreises (des Hauptdrahtes) ein geschlossener Draht, so entsteht in diesem in dem Augenblicke, wo ein Strom (der primäre oder inducirende Strom) den Hauptdraht zu durchlaufen beginnt, ein momentaner Strom von entgegengesetzter Richtung, dagegen im Augenblicke des Aufhörens des Stroms im Hauptdrahte ein momentaner gleichgerichteter Strom. Ein auf solche Weise in einem geschlossenen Drahte erregter Strom heißt elektro-elektrischer Inductionsstrom. Faraday entdeckte diese Induction 1830.

Bindet man zwei isolirte Drähte in ihrer ganzen Länge zusammen, wickelt sie auf eine Holzspule, wie es Fig. 44 zeigt und verbindet die beiden Enden a und b des einen Drahtes mit den Polen einer Batterie, die Enden c und d des anderen Drahtes mit einem Galvanometer, so zeigt der Ausschlag der Magnetnadel im Momente

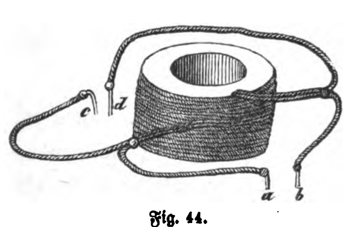


Fig. 44.

des Batterieschlusses einen entgegengesetzten, dagegen bei Oeffnung der Batterie einen gleichgerichteten Strom in dem Drahte mit den Enden c d an, obgleich der Strom der Batterie nicht auf diesen Draht übergehen kann. Ganz die nämliche Wirkung erhält man im Augenblick der Verstärkung oder Schwächung eines vorhandenen, dauernden Stroms.

Wenn man ferner den ursprünglichen Strom dauernd durch seinen Draht hindurchgehen läßt und einen zweiten geschlossenen Draht diesem abwechselnd nähert und von demselben wieder entfernt, so entsteht im Augenblicke der Annäherung im zweiten Drahte ein entgegengesetzt gerichteter, im Augenblicke der Entfernung ein gleich gerichteter Strom. Geschieht die Annäherung oder Entfernung ruckweise, so entsteht bei jeder Aenderung der Entfernung beider Drähte ein Inductionsstrom, so daß letzterer gleichsam so lange andauert, bis die größte Näherung oder Entfernung vollbracht ist.

100. Welche physiologische Wirkungen haben die Inductionsströme?

Die Inductionsströme bringen sehr kräftige physiologische Wirkungen hervor. Will man den Inductionsstrom durch den Körper gehen lassen, so braucht man die Enden der Neben- oder Inductionsspirale nur mit metallenen Handgriffen zu versehen und diese mit etwas befeuchteten Händen anzugreifen. Bei jeder Oeffnung und Schließung des Hauptstromes erhält man dann einen Schlag.

101. Was ist ein magnetischer Hammer oder Inductionsapparat?

Um die Inductionsströme recht fühlbar zu machen, muß man das Oeffnen und Schließen des Hauptstromes in sehr schneller Aufeinanderfolge bewerkstelligen. Man hat zu dem Zwecke verschiedene Apparate construirt, deren einer der magnetische, Neef'sche, oder (nach seinem Erfinder)

Wagner'sche Hammer heißt und in Fig. 45 abgebildet ist. Auf einem Brete A B ist in einem Rahmen eine Drahtspirale befestigt, in welcher ein Cylinder von weichem Eisen b

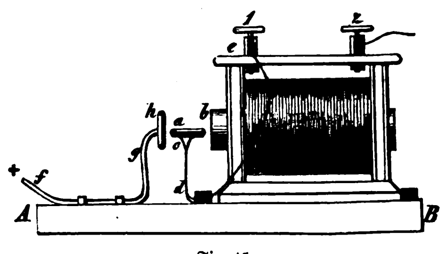


Fig. 45.

steckt und deren Drahtenden mit den Metallklemmen 1 und 2 verbunden sind. Der Hammer a von weichem Eisen ist auf dem federnden Metallbleche c d so befestigt, daß er im Ruhezustande vermöge der Federkraft an dem Plättchen h anliegt; der Hammer ist mit der Klemme 1 leitend verbunden. Werden nun die Pole einer Batterie einerseits durch den Draht f g mit der Platte h, andererseits mit der Klemme 2 in Verbindung gesetzt, so geht der Strom von h durch den Hammer nach d und e, hierauf durch die Drahtspirale und zurück zur Batterie. Dadurch wird der weiche Eisencylinder b magnetisch gemacht und der Hammer a von demselben angezogen, was eine Unterbrechung des Stromes zwischen h und a zur Folge hat. Mit dem Aufhören des Stromes verschwindet auch der Magnetismus im Eisencylinder, der Hammer legt sich wieder an h an, stellt dadurch den Strom wieder her, und die Anziehung des Hammers erfolgt von Neuem u. s. f., so daß das Oeffnen und Schließen der Kette von selbst in sehr rascher Aufeinanderfolge vor sich geht. Ist nun auf der Holzspule eine zweite isolirte Drahtspirale aufgewickelt, und sind die Enden derselben mit metallenen

Handgriffen versehen, welche man in den befeuchteten Händen hält, so üben die sehr schnell auf einander folgenden Inductionsströme während des Spieles des Hammers eine sehr kräftige, erschütternde Wirkung auf den Körper aus. Schiebt man in die Inductionsspirale statt eines massiven Eisenkernes ein Bündel schwacher, mit Lack überzogener Eisenstäbe, so werden die physiologischen Wirkungen noch bedeutend verstärkt.

102. Was ist ein Extrastrom?

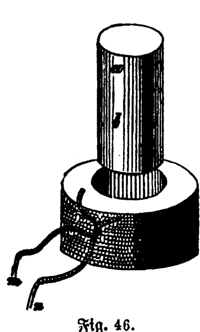
Verbindet man unter Weglassung der zweiten Drahtspirale (Fig. 45) die Handhaben mittelst Drähte mit den Klemmen 1 und 2, so bleibt nach Unterbrechung des Stromes die Spirale durch den menschlichen Körper geschlossen, welcher die Handhaben faßt, und man erhält im Moment der Oeffnung der Kette einen mehr oder weniger heftigen Schlag, welcher von dem sogenannten Extrastrome herrührt, der in der Spirale in dem Augenblicke entsteht, in welchem der Hauptstrom aufhört.

Zur Hervorrufung eines inducirten Stromes ist es nämlich nicht erforderlich, daß der Draht, in welchen der Strom inducirt werden soll, von dem Hauptdraht getrennt sei, sondern ein jeder Strom wirkt auch auf seinen eigenen Draht, den er durchläuft, ganz so inducirend, wie auf einen benachbarten Leiter. Wie nämlich ein Batteriestrom in dem Augenblicke des Schließens der Batterie in dem benachbarten Leiter einen Inductionsstrom von entgegengesetzter Richtung, in dem Momente des Oeffnens der Batterie aber einen Strom von gleicher Richtung inducirt, so ruft auch ein jeder Strom in dem Augenblicke seines Entstehens, also in dem Momente des Schließens der Batterie, in seinem eigenen Leitungsdrahte einen Inductionsstrom hervor, der ihm selbst entgegengesetzt gerichtet ist und daher ihn schwächt. Beim Oeffnen der Kette aber entsteht

mit dem Verschwinden des Hauptstromes wieder in dem eigenen Leiter ein Inductionsstrom von gleicher Richtung mit dem Hauptstrome, der darum den letzteren verstärkt. Aus diesem Grunde ist auch jeder galvanische Schlag, den der menschliche Körper beim Schließen einer Batterie empfindet, oder der begleitende Funken weit schwächer, als der sogenannte Oeffnungs- oder Trennungsschlag oder der Trennungsfunken.

103. Was versteht man unter Magneto-Induction?

Da nach dem Ampère'schen Gesetze jeder Magnet als ein System permanenter Kreisströme betrachtet werden kann, so muß auch ein Inductionsstrom in einem geschlossenen Drahte entstehen, wenn man einen Magnet demselben nähert oder von demselben entfernt. Man kann dies leicht nachweisen, wenn man in die Höhlung einer Drahtrolle, Fig. 46, deren Enden m n man durch ein Galvanometer verbindet, einen Magnet a b hineinstößt oder denselben aus der Drahtrolle herauszieht. In dem Augenblicke, wo die Bewegung des Magnetes erfolgt, entsteht, wie das Galvanometer zeigt, in der Drahtrolle ein inducirter Strom, welcher magneto-elektrischer Inductions-Strom (Faraday 1831) genannt wird. Der Strom, welcher durch die Annäherung des Magnetes entsteht, ist dem bei Entfernung des Magnetes entstehenden entgegengesetzt.


Fig. 46.

Man kann den Versuch zur Erzeugung magneto-elektrischer Ströme mannigfach abändern. Steckt man nach Fig. 47 die Schenkel eines hufeisenförmigen weichen Eisens c auf zwei mit einander verbundene Inductionsrollen, deren

Windungen so sein müssen, daß ein durch dieselben hindurchgehender Strom in m und n entgegengesetzte magnetische Pole erzeugen würde, und nähert man einen Stahlmagnet mit den Polen a und b jenem Hufeisen, so wird letzteres magnetisch und erregt dabei in den Spiralen einen Inductionsstrom. Durch die Entfernung beider Hufeisen entsteht ein Strom von entgegengesetzter Richtung.

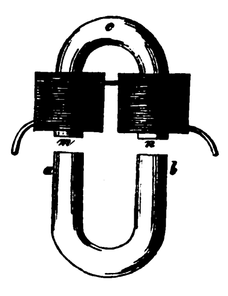


Fig. 47.

Denkt man sich den Stahlmagnet a b feststehend, dagegen das Hufeisen mit den Drahtspiralen so in drehende Bewegung versetzt, daß die Pole immer nahe an einander vorbei gehen, so wird, während m von a und n von b sich entfernt, in den Drahtwindungen der geschlossenen Spirale ein Strom inducirt, welcher mit veränderlicher Stärke, aber mit unveränderter Richtung während einer halben Umdrehung fortdauert; sobald die zweite halbe Umdrehung beginnt, ändert der Strom seine Richtung und behält dieselbe bis nach Vollendung der zweiten halben Umdrehung, bis also wieder m über a und n über b steht. Die Richtung der Ströme muß in der angegebenen Weise wechseln, weil das Entfernen von a einen Strom in derselben Richtung induciren muß, wie das Annähern an den entgegengesetzten Pol b.

104. Was ist eine Magneto-Inductionsmaschine?

Eine Magneto-Inductionsmaschine ist eine Maschine, mittelst welcher ein Paar zusammenhängende Drahtrollen mit weichen Eisenkernen vor den Polen eines starken Stahlmagnetes (oder umgekehrt) in schnelle rotirende Bewegung versetzt werden können, um damit schnell auf

einander folgende Inductionsströme zu erzeugen. Solche Apparate sind von Saxton, Clarke, Ettingshausen, Petrina und Stöhrer auf sehr verschiedene Weise construirt worden, besonders aber hat sich Stöhrer um die Verbesserung derselben verdient gemacht.

In England benutzt man zur Erzeugung magneto-elektrischer Ströme häufig einen horizontal liegenden Stahlmagnet, auf dessen Schenkelenden die Inductionsrollen aufliegen. Werden letztere mittelst eines Hebels plötzlich vom Magnet losgerissen, so entsteht in den Drahtrollen ein Inductionsstrom; dasselbe geschieht beim Niederlassen der Rollen.

Die Inductionsströme äußern natürlich auch eine Wirkung auf die permanenten Magnete der Inductionsmaschine und verstärken bei geeigneter Richtung deren Magnetismus. Diese Wechselwirkung macht aber bei entsprechend rascher Drehung der Inductoren die permanenten Magnete ganz entbehrlich und gestattet, sie durch einen Elektromagnet zu ersetzen, in dessen Kernen, sei es durch einen kurzen und schwachen galvanischen Strom, sei es durch Induction durch den Erdmagnetismus oder eine kurzdauernde Annäherung eines Stahlmagnetes, eine kleine Menge freier Magnetismus erregt wird.

105. Wie ist Stöhrer's Inductionsmaschine construirt?

Die magneto-elektrische Rotationsmaschine von Stöhrer besteht in ihrer einfachsten Form aus einem starken Stahlmagnet und zwei Drahtrollen mit Eisenkernen, die mit einem Querstück von Eisen an einer zwischen den Schenkeln des Stahlmagnetes hindurchgehenden Welle sitzen, dergestalt, daß beim Rotiren der letzteren die Enden der Eisenkerne dicht an den Polen des Stahlmagnetes vorbeigehen. Da nun bei jeder ganzen Umdrehung der Welle zwei entgegengesetzt gerichtete Ströme entstehen, und es in

den meisten Fällen wünschenswerth ist, gleichgerichtete Ströme zu haben, so ist auf der Welle eine Vorrichtung, **Commutator** genannt, angebracht, mittelst deren die Ströme in gleichgerichtete umgewandelt und zur bequemen Fortleitung geschickt gemacht werden. Fig. 48 zeigt diese Vorrichtung im Durchschnitt und Fig. 49 in perspectivischer Ansicht. Auf das Messingrohr m m sind zwei halbe Stahlringe 2 und 3 so aufgelöthet, daß sie sich genau gegenüberliegen und die Enden sich etwas überragen. In dem Rohre m und von demselben durch ein dünnes isolirendes Buchsbaumrohr getrennt (in Fig. 48 ist dasselbe schwarz gezeichnet), steckt ein zweites Messingrohr n n, welches aus dem Rohre m an beiden Seiten hervorragt. Auf den Vorsprüngen o o dieses Rohres sind ebenfalls zwei gegenüberliegende halbe Stahlringe 1 und 4, dem ersten Paar 2 und 3 entsprechend, befestigt. Das eine Drahtende der Spiralen ist mit dem Ringe 1, das andere mit dem Ringe 2 in fester Verbindung. Zwei flache, dünne Stahlfedern, welche vorn so ausgeschnitten sind, daß sie zweizinkige Gabeln bilden, sind an dem Gestelle der Maschine so angebracht, daß ihre vorderen, geschlitzten Enden die Stahlringe leicht berühren und zwar so, daß die eine Gabel den Halbring 1 und gleichzeitig die andere den Halbring 3, oder erstere den Halbring 2 und letztere den Halbring 4 berührt. Es ist leicht ersichtlich, daß durch diese Vorrichtung den Inductionsströmen eine gleiche Richtung gegeben wird. Denn wenn eine halbe Umdrehung vollbracht ist und die Gabeln von 1 und 3 auf 2 und 4 überspringen, so wird der Strom dadurch offenbar

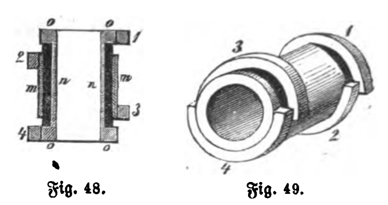


Fig. 48. Fig. 49.

umgekehrt, da aber auch gleichzeitig die Richtung des Stromes in den Rollen wechselt, so wird dadurch die vorher stattgefundene Richtung wiederhergestellt. Eine zweimalige Umkehrung des Stromes stellt ja die ursprüngliche Richtung wieder her.

Stöhrer hat sehr große magneto-elektrische Rotationsmaschinen mit sechs und mehr starken Stahlmagneten ausgeführt, bei denen also die erzeugten Inductionsströme viel schneller auf einander folgen.

Achtes Kapitel.

Anwendung des Galvanismus auf die Telegraphie. Chemische Telegraphen.

106. Wie ist der galvanische Telegraph von Sömmering construirt?

Nach Entdeckung der galvanischen Elektricität construirte zuerst Samuel Thomas von Sömmering im Juli 1809 einen Telegraphenapparat, worin mittelst der Zersetzung des Wassers durch den galvanischen Strom Zeichen gegeben wurden. Es waren eben so viel Leitungsdrähte (27) wie Buchstaben im Alphabet vorhanden, und je zwei derselben konnten mittelst einer Claviatur mit den Polen einer Volta'schen Säule verbunden werden. An der entfernten Station befand sich in einem Wasserbehälter über dem vergoldeten Ende eines jeden Leitungsdrahtes ein umgestürztes, mit Wasser gefülltes Gläschen. Sobald nun durch das Niederdrücken zweier Tasten die Kette geschlossen war, entstand in zweien der mit Buchstaben bezeichneten Gläschen auf der entfernten Station eine Gasentwickelung, und es wurden hierdurch zugleich zwei Buchstaben telegraphirt, von denen der als der erste galt, bei welchem die Wasserstoffentwickelung vor sich ging. Da bei der Wasserzersetzung dem Raume nach doppelt so viel Wasserstoff entwickelt wird, als Sauerstoff, so konnte eine Verwechselung in der Reihenfolge nicht leicht vorkommen. Später entwickelte Sömmering den Sauer-

stoff stets in demselben Gläschen und telegraphirte durch die Wasserstoffentwickelung blos je einen Buchstaben auf einmal. Auch hatte Sömmering mit seinem Apparate einen Wecker verbunden, welcher anfänglich ein Schaufelrädchen, später einen waagrechten Hebel enthielt, der eine bei Aenderung der waagrechten Lage leicht herabfallende Kugel trug. Der eine Arm dieses Hebels hatte einen unten glockenförmig ausgehöhlten Ansatz, welcher unter Wasser über dem Ende eines Leitungsdrahtes hing. Sobald nun die Gasentwickelung unter dieser Glocke stattfand, wurde dieselbe gehoben und der Hebel aus der horizontalen Lage gebracht, so daß nun die Kugel, welche das Lärmzeichen zu geben hatte, herabfallen mußte. Sömmering scheint endlich schon 1809 daran gedacht zu haben, den Draht mit Kautschuklösung zu überziehen, um ihn dann durch's Wasser führen zu können.

Schweigger hielt zwei Drähte für ausreichend, um alle erforderlichen Zeichen zu geben, indem er zwei Volta'sche Säulen von verschiedener Stärke anwenden und die Zeit zwischen den einzelnen Gasentwickelungen in Betracht ziehen wollte. Der von Prof. Coxe in Philadelphia 1810 gemachte Vorschlag, die zersetzende Wirkung der galvanischen Elektricität auf verschiedene Salze zur Zeichengebung zu benutzen, ist eben so wenig wie der von Schweigger zur praktischen Anwendung gekommen. Edward Davy, welcher 1838 die telegraphischen Zeichen auf einem mit Metallsalzen (Jodkalium und Stärke) getränkten Papier oder Kattun entstehen ließ; T. J. Baggs, welcher 1841 unter Anderm Ferrocyankalium (gelbes Blutlaugensalz) mit salpetersaurem Natron anwandte; Alex. Bain, dessen Telegraph in England und Amerika in Gebrauch kam; ferner Bakewell, Gintl und Stöhrer vervollkommneten die chemischen Telegraphen zwar wesentlich, vermochten aber nicht, sie dauernd in Betrieb zu erhalten. Die Copirtelegraphen (s. 14. Kapitel) sind vorwiegend chemische Telegraphen.

107. Wie ist der physiologische Telegraph von Vorselmann de Heer eingerichtet?

Der physiologische Telegraph, welchen Vorselmann de Heer 1839 im Kleinen ausführte, besteht auf jeder Station aus zwei Abtheilungen von je zehn (fünf oberen und fünf unteren) metallenen Tasten, wovon in Fig. 50 eine Abtheilung dargestellt ist. Jede obere Taste ist mit der zugehörigen unteren durch einen Metallbügel I, II u. s. w. verbunden, doch kann jede Taste einzeln niedergedrückt und dadurch mit dem vorderen senkrechten Theile in ein Quecksilbergefäß P oder N eingetaucht werden; es sind dazu, wie aus der Abbildung zu ersehen ist, die unteren Tasten mit entsprechenden Löchern versehen. Das Gefäß N der ersten Tastenabtheilung steht mit dem Gefäße P der zweiten (in der Abbildung nicht angegebenen), dagegen das Gefäß P der ersten mit dem Gefäße N der zweiten Tastenabtheilung in leitender Verbindung. P und N (Fig. 50) sind mit den Polen der Batterie verbunden. Am anderen

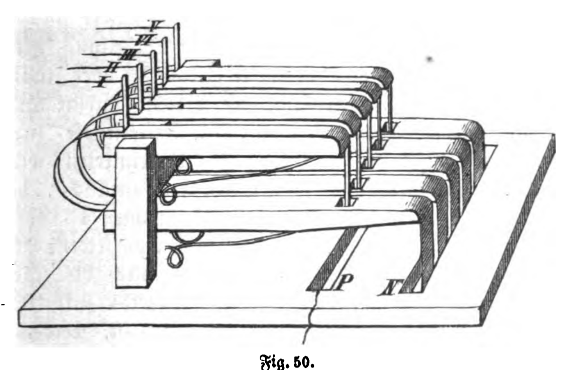


Fig. 50.

Ende der Telegraphenleitung befindet sich dasselbe Tastenwerk und es sind die Metallbügel I, II u. s. w. der einen

Station mit den entsprechenden Bügeln der anderen Station durch die Leitungsdrähte in Verbindung gesetzt.

Wenn man eine Nachricht durch diesen Apparat zu erhalten hat, so legt man die zehn Finger auf die zehn oberen oder auf die zehn unteren Tasten; werden nun auf der entfernten Station gleichzeitig zwei Tasten niedergedrückt, so geht der Strom von einem Batteriepole in einen Leitungsdraht, durch zwei Finger und den Körper des Zeichenempfängers nach dem anderen, mit der zweiten niedergedrückten Taste in Verbindung stehenden Leitungsdraht und zurück zum anderen Pole der Batterie. Auf diese Weise kann man gleichzeitig Erschütterungen mittheilen 1) einem Finger der linken und einem Finger der rechten Hand, 2) zwei Fingern der rechten Hand und 3) zwei Fingern der linken Hand. Ersteres geschieht, wenn gleichzeitig eine der links liegenden und eine der rechts liegenden Tasten, die jedoch in derselben Reihe, der unteren oder oberen, liegen müssen, niedergedrückt wird; die Erschütterungen unter No. 2 und 3 erfolgen, wenn man gleichzeitig eine untere und eine obere Taste, resp. der rechten oder linken Abtheilung, niederdrückt; doch dürfen dies nicht zwei senkrecht über einander liegende Tasten sein, weil sonst der Strom sogleich an der Abgangsstation wieder zum anderen Batteriepole zurückkehren und nicht in den Leitungsdraht eintreten würde. Durch die Erschütterungen unter No. 1 können 25, durch die unter No. 2 und 3 je 10, also zusammen 45 Zeichen gegeben werden. Beim Zeichengeben muß man seidene Handschuhe anziehen, damit nicht der Strom durch die eigenen Finger sofort zur Batterie der Abgangsstation zurückkehre.

Während der Apparat außer Thätigkeit ist, werden die fünf Tasten einer jeden Claviatur metallisch verbunden und mittelst zweier beweglichen Drähte, mit Metallplatten an den Enden, mit irgend zwei unbedeckten Theilen des Körpers in Verbindung gesetzt, damit man auch bei Entfernung vom

Apparate auf den Anfang der Correspondenz aufmerksam gemacht werden kann.

108. Welche Mängel hat der physiologische Telegraph?

Derselbe ist zu kostspielig, (weil er zehn Drahtleitungen erfordert), unbequem zu handhaben und nicht hinreichend sicher; bei schnellerem Arbeiten tritt nämlich leicht eine Verwechselung der Finger ein, ferner wird der Körper erfahrungsgemäß nach und nach unempfindlich für schwächere Erschütterungen, häufige starke Erschütterungen aber wirken nachtheilig auf das Nervensystem.

109. Was versteht man unter chemischen Schreibtelegraphen?

Die chemischen Schreibtelegraphen lassen die Schriftzeichen durch die chemische Zersetzung eines flüssigen Körpers mittelst des elektrischen Stromes entstehen. Gewöhnlich tränkt man Papier mit einer farblosen Flüssigkeit, die durch den elektrischen Strom in deutlich gefärbte Bestandtheile zerlegt wird und hinreichend empfindlich ist, d. h. durch sehr schwache Ströme noch zersetzt wird; blausaures Kali z. B. erscheint nach der Zersetzung blau, Jodkalium braun.

110. Wie ist der chemische Telegraph von Davy eingerichtet?

Der 1838 patentirte chemische Schreibtelegraph von Davy enthält eine mit einem chemisch präparirten Zeuge überzogene Walze, deren Oberfläche durch Längen- und Querlinien in kleine Quadrate abgetheilt ist. Diese Walze ist durch acht Drähte derart in den Stromkreis einer auf der Empfangs-Station aufgestellten Batterie eingeschaltet, daß man durch die Zersetzung der chemischen Stoffe in dem einen oder dem anderen Quadrate deutlich wahrnehmbare Striche entstehen lassen kann, welche die Buchstaben bezeichnen. Die verwickelte Art und Weise, wie dies unter

Mithilfe von Elektromagneten und Multiplicatoren geschieht, hätten diesen Telegraphen unausführbar gemacht, wenn auch nicht vier Leitungsdrähte für ihn zwischen den beiden Stationen erforderlich gewesen wären. Dagegen war dieser Telegraph einer der ersten, bei welchen durch ein mit dem Elektromagnet-Anker verbundenes Echappement ein durch ein Gewicht getriebenes Uhrwerk abwechselnd ausgelöst und wieder gehemmt wurde und dadurch die erwähnte Walze in schrittweise Umdrehung versetzte.

111. Welche Einrichtung hatte Gintl's chemischer Telegraph?

Der chemische Schreibtelegraph des österreichischen Telegraphendirectors W. Gintl stand längere Zeit in Wien in Gebrauch und war sehr einfach: durch ein Uhrwerk wird der angefeuchtete getränkte Streifen über einen halbrunden Metallsteg und unter einem spitzen Metallstift hinweg geführt, welche beide in den Stromkreislauf eingeschaltet sind; durch einen Morse-Taster (vgl. 13. Kapitel) läßt man beim Telegraphiren den Strom abwechselnd circuliren und unterbrechen und erzeugt so die farbigen telegraphischen Zeichen auf dem vom Strome mit durchlaufenen Streifen, etwa Punkte und Striche, woraus man das Alphabet zusammensetzt. Sollen die Zeichen auf der oberen Seite des Papierstreifens entstehen, so muß der (positive) Strom vom Stift auf den Steg übergehen, da sich das elektro-negative Jod an der Anode ausscheidet. Trotz seiner Einfachheit hat dieser Telegraph mehrere Mängel, welche seiner Ausbreitung im Wege standen; wird nämlich der Streifen trocken, so kann man gar nicht telegraphiren, da trockenes Papier den Strom nicht leitet; außerdem hat man keine hörbaren Zeichen, die sichtbaren werden leicht klexig und verschwimmend und die herabtröpfelnde Flüssigkeit verunreinigt die Apparate.

112. Welche Einrichtung hatte Stöhrer's elektrochemischer Doppelstift-Schreibapparat?

Der elektrochemische Doppelstift-Schreibapparat von Stöhrer arbeitete im December 1852 zwischen Leipzig und München; er ist einer der vollkommensten chemischen Telegraphen und enthält folgende Haupttheile: den Commutator A (Fig. 51 und 52), das Triebwerk W, das Schreibwerk C, die Annetzvorrichtung B und das Glockenwerk D.

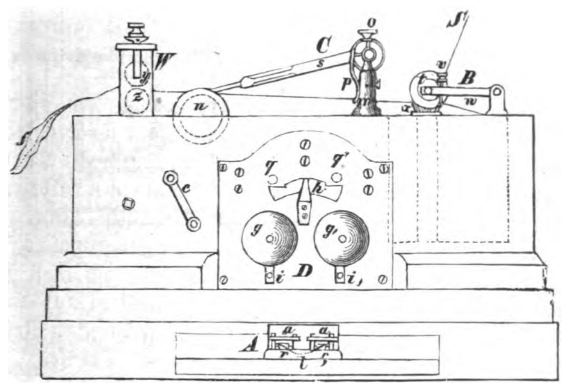


Fig. 51.

Der Commutator A besteht aus zwei messingenen Tasten $a\,a_1$, welche in gleicher Weise angeordnet sind wie bei dem im 13. Kapitel zu beschreibenden elektromagnetischen Doppelstiftapparat von Stöhrer. Die Stahlfeder l unter den Tasten ist mit dem Kupferpole K, das Messingstück d mit dem Zinkpole Z der Telegraphirbatterie verbunden, die linke Taste mit der Erde E und die rechte Taste mit dem Messingständer m_1 oder dem messingenen Schreibhebel s_1 und mit der in Fig. 52 punktirt angedeuteten Metallfeder e.

Von dem Triebwerk W ist nur der oberste Theil mit den Walzen y und z angedeutet; dasselbe zieht während des Empfangens von Nachrichten den Papierstreifen S unter der Walze t und über der Messingwalze u hinweg, auf welcher die Schreibhebel s und s_1 aufliegen. Das Triebwerk steht mit der Klemme L, in welche der Leitungsdraht eingesteckt

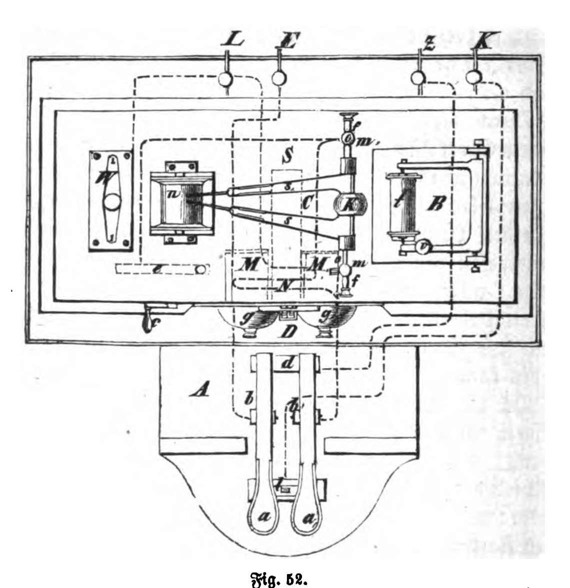


Fig. 52.

ist, in leitender Verbindung. In das Triebwerk kann die Metallfeder e mittelst des Hebels c so eingelegt werden, daß dasselbe arretirt ist, daß dabei gleichzeitig aber auch eine metallische Verbindung zwischen der Feder e und dem Triebwerke oder zwischen dem Ständer m_1 und der Klemme L besteht. Soll das Triebwerk in Gang kommen, so wird

der Hebel c nach rechts gedreht, dadurch die Bremse gelüftet und gleichzeitig die leitende Verbindung zwischen e und W aufgehoben. L bleibt dann blos noch mit m verbunden.

Die Schreibhebel s und s_1 sind durch die Holzrolle K von einander isolirt; ihre unteren Spitzen bestehen aus Platin und liegen lose auf der Walze u; mittelst der Welle f können sie seitwärts verschoben werden, damit ein Papierstreifen mehrere Mal gebraucht werden kann. Die Fixirung der Welle f geschieht mittelst der Feder p und der Schrauben o und o_1.

Durch die Annetzvorrichtung B wird der mit dünnem Stärkekleister bestrichene und mit einer Lösung von Jodkalium getränkte Papierstreifen S befeuchtet. Der Papierstreifen wird durch die mit Guttapercha überzogene Walze t auf einen Docht x, welcher in ein darunter befindliches Wassergefäß taucht, angedrückt. Das Gestell, welches die Walze t trägt, ist an einem Ende in feinen Spitzen drehbar und ruht theilweise mittelst der Schraube v auf der Feder w, damit der Druck auf den Papierstreifen beliebig verändert werden kann.

Da die Schreibhebel keine hörbaren Zeichen hervorbringen, so wird der Anruf durch das Glockenwerk D bewirkt; dasselbe besteht aus zwei Glocken g und g_1 von verschiedener Größe, hinter welchen ein Elektromagnet MM_1 angebracht ist. Der eiserne hängende Hammer h wird durch einen starken permanenten Magnet NS dergestalt magnetisch inducirt, daß er z. B. in gegenwärtigem Falle einen magnetischen Südpol bildet. Tritt nun, während das Triebwerk in Ruhe, also mit der Feder e leitend verbunden ist, ein elektrischer Strom von der entfernten Station in L ein, so geht derselbe durch W und e in den Ständer m_1, aus diesem durch die Windungen des Elektromagnetes und dann durch die rechte und linke Taste zur Erde. Von den Enden q und q_1 der Eisenkerne des Elektromagnetes nimmt daher einer

Nord-, der andere Südmagnetismus an, das eine Ende des Hammers h wird angezogen, das andere so weit abgestoßen, daß es an die darunter befindliche Glocke schlägt. Beim Umkehren des Stromes wechseln auch die Pole des Elektromagnetes und der Hammer schlägt auf die andere Glocke. Die Drahtwindungen des Elektromagnetes sind so angeordnet, daß beim Drücken der linken Taste die linke Glocke, beim Drücken der rechten Taste die rechte Glocke anschlägt, damit die Glockenzeichen denen auf dem Papierstreifen entsprechen, die Zeichen mit der linken Glocke denen des unteren Schreibstiftes s, die der rechten Glocke denen des oberen Schreibstiftes s_1. Erfolgt auf diese Weise der Anruf, so wird der Hebel c nach rechts gedreht, dadurch das Triebwerk in Gang gesetzt und gleichzeitig die leitende Verbindung zwischen demselben und der Feder e unterbrochen. Dann geht ein elektrischer Strom von der Klemme L in den Ständer m, hierauf in den Schreibhebel s, durch die Feuchtigkeitsschicht und theilweise auf der Metallwalze u nach dem oberen Schreibhebel s_1, dem Ständer m_1, hierauf durch die Windungen des Elektromagnetes, die Tasten und durch E zur Erde. Beim Uebergange des Stromes aus einem Schreibhebel in den anderen erfolgt eine Zersetzung des Jodkaliums dergestalt, daß sich an der Stelle, wo der positive Strom auf den Papierstreifen tritt, das Jod absetzt. Wird auf der telegraphirenden Station die linke Taste gedrückt, so geht der positive Strom zunächst in die Erde, aus ihr auf der Empfangsstation zur Klemme E, von der linken zur rechten Taste, aus letzterer durch den Elektromagnet in den Ständer m_1, den Schreibhebel s_1 und bringt am vorderen Ende desselben auf dem Papierstreifen das Zeichen (Punkt oder Strich) hervor. Von s_1 geht der Strom nach s und durch L nach der telegraphirenden Station zurück. Beim Niederdrücken der rechten Taste auf der gebenden Station nimmt der positive Strom den entgegengesetzten Weg, tritt

also in L ein und geht zunächst in den unteren Schreibhebel s, erzeugt hier die telegraphischen Zeichen und geht dann durch s_1, den Elektromagnet und die rechte und linke Taste zur Erde.

Der elektrische Strom geht zwar stets, mag das Triebwerk ausgelöst sein oder nicht, durch die Windungen des Elektromagnetes, doch erzeugt im ersteren Falle die Flüssigkeitsschicht zwischen den Spitzen der beiden Schreibhebel, durch welche der Strom gehen muß, so viel Widerstand, daß dann der Hammer h nicht mehr an die Glocken schlägt und beim Telegraphiren nur Zuckungen bekommt. Die Glocken können übrigens mittelst der Griffe i i_1 in verticaler Richtung verschoben werden.

Wenn telegraphirt werden soll, so entsteht beim Niederdrücken der Tasten auf beiden Stationen zuerst das Glockenzeichen, weil der Strom jederzeit in beiden Apparaten die Windungen des Elektromagnetes zu durchlaufen hat und noch keins der Triebwerke ausgelöst ist. Sobald nun die angerufene Station ihr Triebwerk laufen läßt, hören die Glocken auf zu schlagen, weil dann ein großer Widerstand eingeschaltet ist, und die telegraphischen Zeichen entstehen auf dem Papierstreifen des in Gang gesetzten Apparates. Das Aufhören der Glockenzeichen meldet zugleich, daß die entfernte Station das Triebwerk ausgelöst hat. Wird nun die rechte Taste gedrückt, so geht der positive Strom von der Klemme K in die Feder l, von da in die rechte Taste a_1, aus dieser in den Ständer m_1, dann durch die Feder e in das Triebwerk W, nach der Klemme L und in die Leitung, kehrt zurück nach E und durch die linke Taste und das Gestell d nach der Klemme Z und somit zum Zinkpole der Batterie. Beim Drücken der linken Taste geht der positive Strom von K über l, a, b und E in die Erde, kehrt auf dem Leitungsdrahte zurück nach L, W, e, m_1, b_1 und von d nach Z. Soll der Apparat der Abgangsstation die von ihr gegebenen

Zeichen ebenfalls aufschreiben, so wird das Uhrwerk gelöst. Dann geht der positive Strom beim Drücken der rechten Taste von K über l, a_1, b_1, m_1, s_1, s, m und L in den Leitungsdraht und kehrt durch E, b, d nach dem Zinkpole Z der Batterie zurück; beim Drücken der linken Taste geht der positive Strom von K über l, a, b und E in die Erde, kehrt auf dem Leitungsdrahte zurück nach L, m, s, s_1, m_1, b_1 und d nach Z. Im ersteren Falle erscheinen die Zeichen am oberen Schreibhebel s_1, im letzteren Falle an dem unteren s.

Selbstverständlich kann man den Doppelstiftapparat sofort als Einstiftapparat benutzen, wenn man nur auf einer Taste arbeitet.

Zum Tränken der Papierstreifen für den chemischen Schreibapparat wurden empfohlen: 1 Theil Jodkalium, 20 Theile dicker Stärkekleister, 40 Theile Wasser; oder 7 Th. Cyankalium, 45 Th. Wasser, 1 Th. Salzsäure, 16 Th. gesättigte Kochsalzlösung (wobei jedoch der Schreibstift des Tasters aus Eisen sein muß); oder 5 Th. gelbes Blutlaugensalz, 150 Th. salpetersaures Ammoniak, 100 Th. Wasser. Das Jodkalium ist so empfindlich, daß man bei seiner Anwendung mit dem chemischen Schreibapparat über 100 Meilen weit direct sprechen kann.

Neuntes Kapitel.

Die Anfänge der elektromagnetischen Telegraphie.

113. Welches waren die ersten Vorschläge und Versuche mit elektromagnetischen Telegraphen?

Schon im Jahre 1820 (vgl. Fr. 81) gab Ampère die Idee zu einem elektromagnetischen Télegraphen an; indem er die Ablenkung von Magnetnadeln zur Zeichengebung zu benutzen vorschlug. Sein Vorschlag, nach welchem Ritchie später ein Modell ausführte, war indeß im Großen nicht ausführbar, weil er eben so viel Magnetnadeln und doppelt so viel (d. h. 60) Leitungsdrähte, als Buchstaben zu bezeichnen waren, anwenden und abwechselnd je zwei Leitungsdrähte mit den Polen einer Volta'schen Säule in Verbindung setzen wollte, um durch die Ablenkung der Nadel des zu diesen Drähten gehörigen Multiplicators den bis dahin von einem an der Nadel befindlichen leichten Schirm verdeckten, zu telegraphirenden Buchstaben sichtbar werden zu lassen. Anscheinend bevor Ampère's Idee in Deutschland bekannt wurde, beschrieb Fechner in Leipzig 1829 (? 1822) einen Telegraphen mit 24 Nadeln und 48 Drähten. Alexander in Edinburg verminderte 1837 die Zahl der Drähte fast auf die Hälfte (31), indem er für sämmtliche Nadeln einen gemeinschaftlichen Rückleitungsdraht benutzte. Davy in London wollte (1837) blos 12 Nadeln nehmen, deren jede

bei der Ablenkung nach links einen anderen Buchstaben sichtbar machte, als bei der Ablenkung nach rechts.

Der seit 1811 mit Sömmering nahe befreundete russische Staatsrath Baron Schilling von Canstadt entwarf, wie es scheint, zwei Telegraphen von ähnlicher Einrichtung, einen mit 5 Nadeln Ende 1832, und später (1835 oder 1837) einen mit blos 1 Nadel. Schon früher hatte Schilling mit einem ganz nach Sömmering's Anleitung in München gefertigten Telegraphen in Petersburg vor dem Kaiser Alexander Versuche angestellt. Bei dem Fünf-Nadel-Telegraphen waren die Nadeln an Seidenfäden horizontal aufgehängt und jede mit einem Scheibchen aus Kartenpapier versehen, welches auf seiner Vorder- und auf seiner Rückseite verschiedene Zeichen trug, z. B. zwei Ziffern; wurde nun die Nadel nach links oder nach rechts abgelenkt, so erschien dem Beobachter das eine oder das andere Zeichen, während die Scheibe, so lange die Nadel in Ruhe war, dem Beobachter ihre schmale Seite zukehrte; da 5 Nadeln vorhanden waren, so konnte man alle 10 Ziffern telegraphiren; die zu den telegraphirten Zahlen gehörigen Wörter standen in einem Chiffer-Lexicon. Wollte man mit blos 1 Nadel telegraphiren, so mußten die einzelnen Ziffern oder gleich die Buchstaben selbst durch Gruppen zusammengehöriger Ablenkungen bezeichnet werden. Mit der abzulenkenden Magnetnadel verband Schilling eine kleine Platinaschaufel, welche in Quecksilber tauchte, damit die Magnetnadel bei der plötzlichen Wirkung des Stromes nicht in heftige Schwankungen kommen sollte. Auch brachte er einen Wecker an seinem Apparate an, um auf den Beginn des Telegraphirens aufmerksam zu machen; er ließ nämlich die Magnetnadel bei ihrer ersten Bewegung eine Bleikugel herabstoßen, welche durch ihren Fall ein Weckerwerk auslöste. 1835 zeigte Schilling seinen Telegraphen in Bonn und Frankfurt a. M.; denselben oder einen nachgebildeten Telegraphen sah Cooke am 6. März 1836 in

Heidelberg. Schilling starb 1837 vor der Ausführung seines Telegraphen im Großen.

114. Welche Einrichtung gaben Gauß und Weber dem Telegraphen?

Die Professoren Gauß und Wilhelm Weber wandten die Nadelablenkung durch den elektrischen Strom zuerst im größeren Maßstabe praktisch an und können daher als die eigentlichen Erfinder der elektrischen Telegraphie betrachtet werden. Sie spannten 1833 in Göttingen zwischen der Sternwarte und dem 3000 Fuß davon entfernten physikalischen Cabinet zwei Drähte aus, und 1834 auch zwischen der Sternwarte und dem magnetischen Observatorium, und telegraphirten ganze Wörter und Sätze mittelst passend gruppirter Ablenkungen eines Magnetstabes.

Der hierzu verwendete, in Fig. 53 abgebildete Apparat, das Gauß'sche Magnetometer, wurde in Fr. 86 bereits

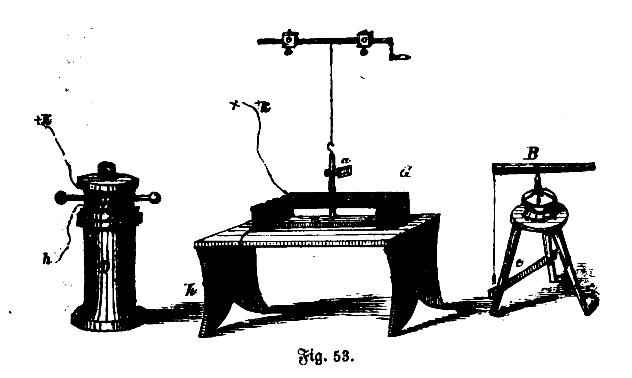


Fig. 53.

beschrieben. Der schwere Magnetstab m ist in einem mit vielen isolirten Drahtwindungen umwundenen kupfernen Gehäuse an einem Faden aufgehängt. Ueber dem Magnetstabe

ist der Spiegel a angebracht; ihm gegenüber steht das Fernrohr B, mit der rechtwinklig zur optischen Achse daran befestigten Scala c. Die Erfinder benutzten anfangs galvanische Ströme, später (1835) Magnet-Inductionsströme, welche mittelst des links in der Figur angedeuteten Apparates D erzeugt wurden. Wenn die mit zwei Handhaben versehene Inductionsrolle von dem Magnet, auf dem sie gestürzt ist, schnell abgezogen und wieder, ohne umgedreht zu werden, darauf gesetzt wird, so entstehen zwei entgegengesetzt gerichtete Inductionsströme; durch den ersten entsteht eine Zuckung des Magnetstabes nach rechts oder links, welche durch den zweiten Strom wieder aufgehoben wird, so daß der Stab sogleich wieder zur Ruhe kommt. Ein besonderer daneben befindlicher Commutator bewirkt, daß der erste Inductionsstrom in der einen oder der anderen Richtung geht, so daß man eine beliebige Ablenkung des Magnetstabes nach rechts oder links erzeugen kann, die am entfernten Orte mittelst des Fernrohres beobachtet wird. Durch Combinationen der verschiedenen Zuckungen nach rechts und links werden nun die Buchstaben ꝛc. bezeichnet, und zwar die am häufigsten vorkommenden Buchstaben durch die einfachsten Bewegungen. Das Alphabet und die Ziffern zeigt folgendes Schema, wobei r eine Bewegung des Nordpols nach rechts, l eine Bewegung desselben nach links bezeichnet.

r = A	r r r = C,K	l r l = M	l r r r = W	l l r r = 4
l = E	r r l = D	r l l = N	r r l l = Z	l l l r = 5
r r = I	r l r = F,V	r r r r = P	r l r l = 0	l l r l = 6
r l = O	l r r = G	r r r l = R	r l l r = 1	l r l l = 7
l r = U	l l l = H	r r l r = S	l r r l = 2	r l l l = 8
l l = B	l l r = L	r l r r = T	l r l r = 3	l l l l = 9

Eine kurze Pause deutet das Ende eines Buchstaben oder einer Ziffer an, eine etwas längere das Ende eines Wortes.

115. Wer hat sich weiter um die Ausbildung der elektromagnetischen Telegraphen verdient gemacht?

Im Jahre 1836 zogen v. Jacquin und v. Ettingshausen eine Telegraphenleitung durch einige Straßen Wiens, theils in der Luft, theils unterirdisch. Den Bemühungen des von Gauß dazu angeregten Prof. Karl August Steinheil in München gelang es, den Nadeltelegraphen in einen (im Juli 1837 in Betrieb befindlichen) elektromagnetischen Drucktelegraphen (vergl. Fr. 118) umzugestalten. Auch vollendete Steinheil noch 1837 eine Leitung von der Akademie in München nach der 3/4 Meile entfernten Sternwarte Bogenhausen. 1838 folgte die Entdeckung der Erdleitung (vgl. Fr. 57). Während dies in Deutschland geschah, arbeiteten in England Charles Wheatstone, Professor am King's College, und William Fothergill Cooke, der 1836 einen Nadeltelegraphen mit 3 Nadeln und 6 Drähten und einen Zeigertelegraphen (vgl. Fr. 127) construirt hatte, anfangs jeder für sich, seit 1837 aber gemeinschaftlich an der Vervollkommnung der Telegraphen; allein erst, als die Leitung von München nach Bogenhausen fertig war, nämlich am 12. Juni 1837, ließen sie sich einen Nadeltelegraphen mit 5 Nadeln patentiren, für den sie noch 5 oder, wenn die Ziffern mit telegraphirt werden sollten, sogar 6 Drähte brauchten; am 25. Juli 1837 stellten Cooke und Wheatstone den ersten Probeversuch auf der Nordwestbahn in London an. In Frankreich stellte Masson 1837 auf einer etwa 1/4 Meile langen Linie bei Caen Versuche mittelst Nadeln und einer Inductionsmaschine an und setzte dieselben im Jahre 1838 mit Bréguet fort. In Amerika endlich reichte im October 1837 der Historien-Maler Prof. Samuel Findley Breese Morse in New-York sein Patentgesuch beim Patentamt der Vereinigten Staaten ein, und

noch in demselben Jahre stellte er vor dem Franklin-Institut in Philadelphia mit einem Modellapparat auf einem 10 engl. Meilen langen Drahte Versuche an, worauf der Apparat in Washington ausgestellt wurde. Die erste Idee zu seinem elektromagnetischen Telegraphen, welcher ebenfalls bleibende Zeichen geben sollte, behauptet Morse im October 1832 auf seiner Rückreise von Europa nach Amerika gefaßt zu haben; auf dem Schiffe „Sully" kam nämlich das Gespräch auf die neuen Entdeckungen im Gebiete des Elektromagnetismus und dessen Verwendung zur Telegraphie. Capitän Pell vom „Sully" trat als Zeuge für Morse auf, als ein auf jenem Schiffe mitreisender Engländer Jackson Eigenthumsansprüche auf dieselbe Idee erhob. Morse will zwar noch vor Anfang 1833 an die Ausführung seines Planes gegangen sein, aber erst im November 1835 zeigte er in New-York seinen Freunden ein Modell, welches von der jetzigen Gestalt des Morse'schen Telegraphen freilich merklich abweicht, denn in ihm zeichnete ein mit dem Anker eines Elektromagnetes unmittelbar verbundener und von dem Anker vertical auf und nieder bewegter Schreibschrift zickzackförmige Züge auf einen an ihm vorbeigeführten Papierstreifen, und die Zacken oder Spitzen dieser Züge gaben die Nummern an, unter denen die telegraphirten Wörter in einem telegraphischen Wörterbuche zu finden waren. 1836 zeigte Morse diesen Telegraphen öffentlich in New-York.

Im Jahre 1837 wurden auch die ersten Typendrucktelegraphen entworfen und zwar zugleich und wie es scheint unabhängig von einander von Wheatstone und dem mit Morse arbeitenden Amerikaner Alfred Vail.

Zuletzt von allen Telegraphen wurden die Copirtelegraphen erfunden, nämlich 1848 durch den Engländer Frederik Collier Bakewell in Hampstead.

116. Welche Einrichtung hatte der Fünfnadel-Telegraph von Cooke und Wheatstone?

Der am 12. Juni 1837 patentirte Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone erforderte fünf Leitungsdrähte und auf jeder Station fünf Multiplicatornadeln; durch die Ablenkung von je zwei Nadeln wurden die Buchstaben markirt. In Fig. 54 (S. 114) sind die Haupttheile eines solchen Apparates dargestellt. Auf jeder Station befinden sich innerhalb eines Rahmens A A 5 Multiplicatoren mit 5 Nadeln, welche in der Ruhelage vertical stehen und durch einen positiven oder negativen elektrischen Strom nach links oder rechts abgelenkt werden. Auf denselben Achsen mit den Nadeln sitzen vorn am Zifferblatte fünf Zeiger 1, 2, 3, 4 und 5, welche die Bewegung der Nadeln theilen und deren Bewegung durch Aufhaltstifte beschränkt ist. Von den zwei Nadeln, welche beim Geben eines Zeichens gleichzeitig abgelenkt werden, wird stets die eine nach links, die andere nach rechts abgelenkt; der zu bezeichnende Buchstabe liegt im Durchschnittspunkte der beiden Zeiger. So ist in Fig. 54 die Nadel 1 nach rechts, die Nadel 4 nach links abgelenkt; verfolgt man die Richtung beider, bis sie sich schneiden, so kommt man auf den Buchstaben B, welcher durch diese Stellung bezeichnet wird; schneiden sich dieselben Nadeln auf der unteren Seite, so bezeichnen sie den Buchstaben U. Die 5 ersten Drahtenden der Multiplicatoren sind mit den Klemmen 21 bis 25 links, die 5 anderen Enden mit den Klemmen rechts verbunden, von wo Drähte nach der nächsten Station und dort in derselben Weise durch den Apparat gehen.

Das Tastenwerk B (Fig. 54 und 55) sendet den Strom der Batterie auf einem Leitungsdrahte nach der entfernten Station hin und auf einem anderen zurück zur Batterie, lenkt dabei auf jeder Station eine Nadel links und eine rechts ab, so daß nach dem Willen des Zeichengebers einer

der 20 Buchstaben bezeichnet wird. Fünf Messingfedern 13, 14, 15, 16 und 17, von denen jede mit einem Lei-

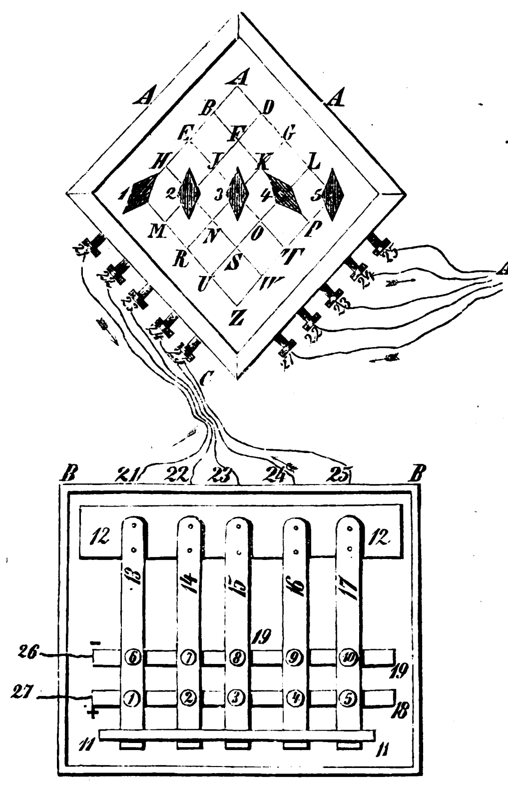


Fig. 54.

tungsdrahte in Verbindung steht, sind auf dem Holzbrete 12 befestigt und federn mit den anderen Enden gegen die

Messingstange 11. Jede dieser Federn trägt zwei Knöpfe oder Tasten, welche durch ein Loch derselben hindurchgehen und durch eine Spiralfeder emporgehalten werden; unterhalb der Reihe Knöpfe 1, 2, 3, 4, 5 befindet sich eine mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung stehende Metallstange 18, deßgleichen unter der anderen Reihe 6, 7, 8, 9, 10 eine mit dem negativen Pole verbundene Metallstange 19. Wenn eine der oberen Tasten, z. B. 6, niedergedrückt wird, so kommt dieselbe und der zugehörige Leitungsdraht in Berührung mit dem — Pole der Batterie; gleichzeitig wird aber auch die Feder 13 niedergedrückt und kommt außer Berührung mit der Messingstange 11. Dasselbe geschieht in Beziehung auf den + Pol, wenn eine untere Taste, z. B. 1, niedergedrückt wird. Zwei auf einer und derselben Feder befindliche Tasten werden niemals niedergedrückt, vielmehr bleibt jedesmal die andere Taste schwebend.

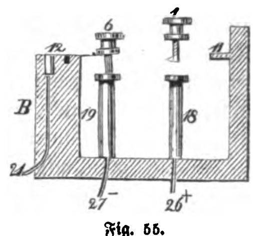


Fig. 55.

Wird nun eine obere und eine untere Taste, z. B. 6 und 4, gleichzeitig niedergedrückt, so nimmt der Strom folgenden Weg: Von dem + Pole der Batterie durch Draht 27 nach der Metallstange 18, von hier durch den Knopf 4 in die Metallfeder 16 und den Leitungsdraht 24, dann in den Multiplicator der Nadel 4, welche links abgelenkt wird, und eben so durch den Multiplicator 4 auf allen eingeschalteten Stationen. An der Endstation geht der positive Strom in das Tastenwerk, wo er durch die dem Drahte (24) entsprechende Feder (16) zu der gemeinschaftlichen Stange (11) gelangt, dann von hier zu derjenigen Feder (13) übergeht, welche mit dem Draht 21 verbunden ist, weil nur durch diesen Draht der Kreislauf geschlossen ist. In Draht 21

geht nun der Strom zurück durch die Multiplicatoren der Nadeln 1, aber in umgekehrter Richtung als durch 4, und lenkt daher jene nach der anderen Seite (rechts) ab, tritt an der Ausgangsstation in die Feder 13 und geht durch den Knopf 6 zum — Pole der Batterie zurück. Die umgekehrten Ablenkungen treten ein, wenn man die Tasten 1 und 9 statt 6 und 4 niederdrückt. Zu jedem Zeichen muß man zwei Tasten, eine untere und eine obere, niederdrücken.

Wollte man mit diesem Telegraphen auch Signale mit einer einzelnen Nadel (zum Telegraphiren der Ziffern) geben, so müßte man noch einen (als gemeinschaftlicher Rückleiter dienenden) sechsten Leitungsdraht und eine sechste Feder, ebenfalls mit zwei Knöpfen, hinzunehmen und könnte dann den obigen 20 Zeichen noch 10 hinzufügen.

Dieses System, nach welchem 1840 auf der Great Western-Bahn eine Telegraphenlinie von 39 engl. Meilen Länge ausgeführt wurde, genügte zwar den damaligen Anforderungen, doch verhinderte seine Kostspieligkeit (250 bis 300 Pfd. Sterling für 1 engl. Meile) den Weiterbau der Linie.

Zehntes Kapitel.

Die Nadeltelegraphen.

117. Was versteht man unter einem Nadeltelegraphen?

Die Nadeltelegraphen benutzen die Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom zum Geben der Zeichen. Dieselben kamen frühzeitig in Gebrauch und behaupteten sich besonders in England bis in die neueste Zeit, unter dem Schutze der Patentrechte. Fast in allen Ländern außer Gebrauch, werden sie doch wegen ihrer Empfindlichkeit für die unterseeische Telegraphie bevorzugt.

118. Welche Einrichtung hatte Steinheil's Drucktelegraph?

Steinheil betrieb seinen Telegraphen wie Gauß mit Inductionsströmen; er erzeugte dieselben mittelst einer magneto-elektrischen Maschine und gab ihnen auf bequeme Weise, durch bloßes Umlegen eines Ankers mittelst einer Kurbel, eine beliebige Richtung.

Der Telegraph enthielt zwei Magnete eS und Ne′ (Fig. 56), welche um verticale Achsen leicht drehbar sind und die entgegengesetzten Pole einander zukehren. Diese Magnetstäbchen sind mit einer großen Multiplicationsspule umgeben, die bei m und m′ im Durchschnitt abgebildet ist. Die an den Enden S und N der Magnetstäbchen befindlichen messingenen Ansätze f und f′ tragen an ihren vorderen Enden kleine, mit einer schwarzen Flüssigkeit gefüllte Gefäße,

welche in eine hohle Spitze endigen. Die den Enden e und e′ der Magnetstäbe gegenüber angebrachten Ansätze verhindern eine Bewegung nach der Seite hin, auf welcher diese Messinganſätze ſich befinden. Sobald nun ein elek-

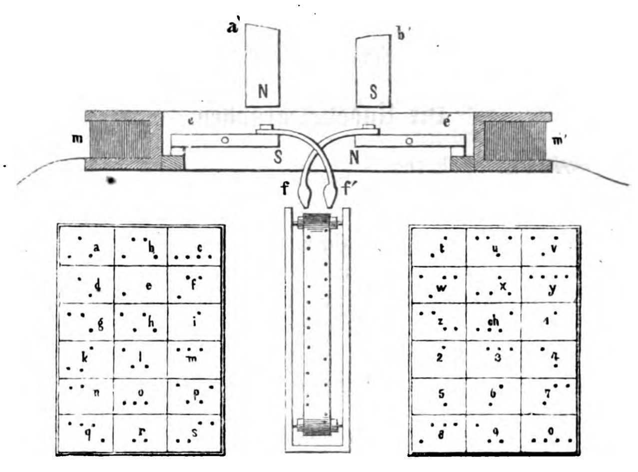


Fig. 56.

trischer Strom in der einen oder anderen Richtung die Windungen des Multiplicators durchläuft, strebt er die gleichen Pole der Magnetstäbe, also S und e′ oder N und e, nach derselben Seite hin abzulenken; wegen der Ansätze bei e und e′ kann aber allemal nur ein Magnetstab diese Bewegung ausführen, tritt mit dem Ende S oder N aus den Windungen heraus, legt sich mit der hohlen Spitze gegen einen durch ein Uhrwerk fortbewegten Papierstreifen und läßt auf diesem durch die austretende Farbe einen schwarzen Punkt entstehen. Nach dem Aufhören des Stromes zieht einer der Stahlmagnete a′ und b′, welche ihre entgegen-

gesetzten Pole N und S den Polen S und N der Magnetstäbe zukehren, das abgelenkte Magnetstäbchen in seine Ruhelage zurück. Die durch die beiden Magnete auf dem Papierstreifen hervorgebrachten Punkte liegen in zwei verschiedenen Linien und lassen sich leicht zu dem in Fig. 56 mit abgebildeten telegraphischen Alphabet gruppiren. Es sind höchstens vier Punkte zu einem Zeichen erforderlich, jedoch muß der Uebergang von den Buchstaben zu den Ziffern und umgekehrt durch ein besonderes Zeichen markirt werden.

Will man durch diesen Telegraphen hörbare Zeichen hervorbringen, so braucht man die Farbe-Gefäßchen nur mit zwei Hämmerchen zu vertauschen, welche an verschieden große, also verschieden tönende Glöckchen anschlagen. Eben so leicht kann man gleichzeitig sichtbare und hörbare Zeichen entstehen lassen.

119. Welche Einrichtung hat der einfache Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone?

Der einfache Nadeltelegraph, für welchen bei Benutzung der Erde als Rückleitung nur ein einziger Leitungsdraht erforderlich ist, enthält innerhalb eines Gehäuses einen vertical stehenden Multiplicator. Eine horizontale, durch die Mitte des Rahmens gehende Achse trägt die astatische Magnetnadel (vgl. Fr. 84). Auf jeder der mit einander verkehrenden Stationen ist ein solcher Apparat, dessen Haupttheile in Fig. 57 zu sehen sind, aufgestellt. Der Stromwender, Commutator oder Schlüssel, besteht aus einer mittelst eines Handgriffes nach rechts und links drehbaren Scheibe (Schließungsrad) mit eingelegten, in der Figur schwarz angedeuteten Metallstücken, von denen, von links nach rechts gerechnet, das erste mit dem vierten, das zweite mit dem fünften, das dritte mit dem sechsten und das fünfte mit dem siebenten (längeren) beständig in leitender Verbindung steht, während vier Metallfedern, die beziehentlich mit der Erde E, den beiden Polen der Batterie B

und der Leitung L verbunden sind, je nach der Drehung der Scheibe mit dem einen oder anderen dieser eingelegten Metallstücke in Berührung kommen und dadurch den Strom in beliebiger Richtung durch die Apparate senden. In der Figur ist das Schließungsrad nach rechts gedreht; der hierbei in der Richtung der Pfeile vom + Pole der Batterie in das fünfte und siebente Metallstück, von da durch den Multiplicator und in die Leitung gesendete Strom kehrt durch die Erdplatte P, das dritte und sechste Metallstück zum — Pole der Batterie zurück. Wird die Commutatorscheibe ebensoviel nach links gedreht, so kommt die Erde mit dem 1sten, die Batterie mit dem 4ten und 5ten Metallstück in Berührung,

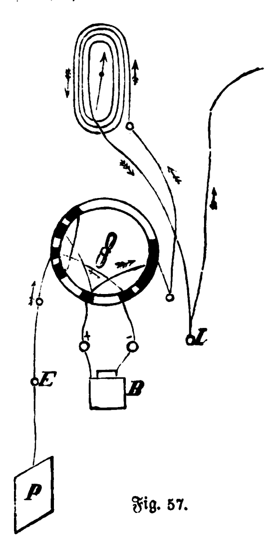


Fig. 57.

während die Leitung stets mit dem 7ten in Verbindung bleibt; daher geht der Strom jetzt vom + Pole durch das 4te und 1ste Metallstück zur Erde, auf der Empfangs-Station durch den Apparat in die Leitung und kehrt von da durch das 7te und 5te Metallstück zum — Pole der Batterie zurück. Da der Strom in diesem letzteren Falle die entgegengesetzte Richtung von jenem bei der zuerst besprochenen Drehung des Commutators hat, so werden jetzt auch alle Nadeln nach der entgegengesetzten Seite abgelenkt. Man kann also auf diese Weise in den Apparaten aller eingeschalteten Stationen die Magnetnadeln gleichzeitig nach rechts oder nach links ablenken.

In seiner Ruhestellung ist der Apparat zum Zeichenempfangen geschickt; dabei sind die Batteriepole ausgeschaltet, weil sie nur die hölzernen Zwischenräume zwischen dem 4ten und 6ten Metallstücke berühren, während die Erde mit dem 2ten und die Leitung mit dem 7ten Metallstücke in leitender Verbindung steht. Ein von der entfernten Station kommender Strom geht dann durch den Multiplicator in das 7te, 5te und 2te Metallstück und von da zu der Erdplatte P.

Ein bis vier Ausschläge nach rechts und links bilden das Alphabet, z. B. zweimal links A, erst rechts, dann links D, zweimal rechts und dann links G, erst links, dann rechts R u. s. w.

120. Welches ist die Einrichtung des Doppelnadel-Telegraphen von Cooke und Wheatstone?

Der früher in England fast ausschließlich benutzte Doppelnadel-Telegraph ist eigentlich nur eine Verbindung von zwei einfachen Nadeltelegraphen, welche eine einfachere Zeichengebung ermöglicht, weil sich durch die einzelnen oder gleichzeitigen Bewegungen zweier Nadeln die zu gebenden Zeichen mit weniger Ausschlägen ausdrücken lassen, als bei einem einfachen Nadeltelegraphen. Für einen Doppelnadel-Telegraphen sind zwei Leitungsdrähte erforderlich; werden die zwei vorhandenen Handgriffe nach rechts oder links gedreht, so senden sie einen elektrischen Strom in die Leitungen, welcher die Nadeln parallel den Handgriffen nach rechts oder links dreht. Zwei kleine elfenbeinerne Stifte, welche etwa einen halben Zoll seitwärts der verticalen Richtung der Nadeln am Zifferblatte angebracht sind, verhüten, daß der Nadelausschlag bis zu einem rechten Winkel anwächst.

Die mit dem Doppelnadel-Telegraphen zu gebenden Zeichen sind folgende: Die linke Nadel einmal links bewegt, bezeichnet das †, welches am Ende jedes Wortes gegeben wird;

zweimal links bedeutet A, dreimal B; erst rechts, dann links C, das Umgekehrte D; einmal rechts E, zweimal F, dreimal G. Die Bewegung der anderen Nadel in derselben Weise bedeutet H, I, K, L, M, N, O, P. Es versteht sich von selbst, daß zwischen jedem Zeichen die Nadel ihre senkrechte Stellung einnehmen muß. Wenn beide Nadeln einmal rechts sich bewegen, so bedeutet dies R, zweimal S, dreimal T; erst links, dann rechts mit beiden U, das Umgekehrte V; einmal links mit beiden W, zweimal X, dreimal Y. Außer-

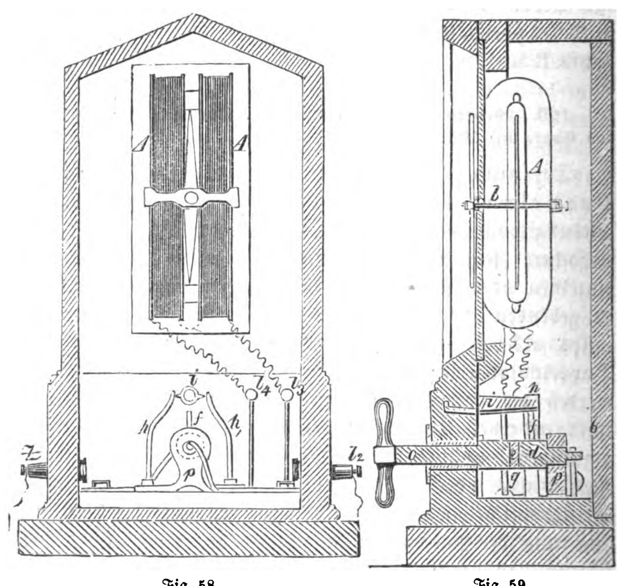


Fig. 58. Fig. 59.

dem können noch zwei Zeichen dadurch gegeben werden, daß zu gleicher Zeit eine Nadel links, die andere rechts oder umgekehrt bewegt wird.

Um von Buchstaben zu Ziffern überzugehen, giebt der Telegraphist H und dann †, was der Empfänger wiederholt, zum Zeichen, daß er verstanden hat. Hierauf werden die Ziffern durch Buchstabenzeichen angedeutet, und zwar ist 1 = C, 2 = D, 3 = E, 4 = H, 5 = L, 6 = M, 7 = N, 8 = R, 9 = U, 0 = V. Der Uebergang von Ziffern zu Buchstaben wird durch I, auf welches das † folgt, bezeichnet, was der Empfänger ebenfalls wiederholt. Jedes Wort muß anerkannt werden; wenn der Empfänger verstanden hat, so giebt er E, wenn nicht, das †, damit das Wort wiederholt wird.

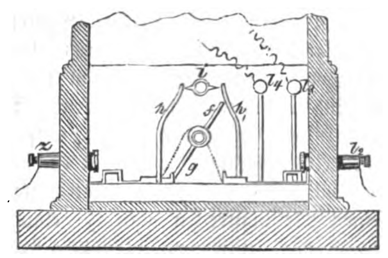


Fig. 60.

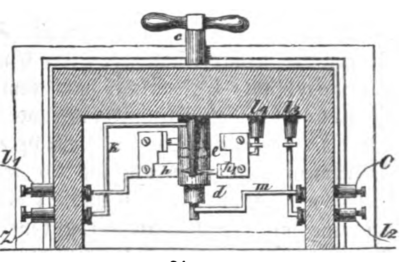


Fig. 61.

Ein einfacher Nadeltelegraph von Cooke u. Wheatstone neuerer Construction oder die eine Hälfte eines Doppelnadel-Telegraphen ist in den Figuren 58 — 61 dargestellt. Der Schlüssel oder Commutator besteht aus einem Cylinder, dessen mittlere Zone e von hartem Holze oder Elfenbein ist, während die Enden von Metall sind. Eins dieser Enden c, welches bis zur Vorderwand des Instrumentkastens verlängert ist, bildet den Handgriff und ist gegen das Metall isolirt; das andere

Ende d endet in einem Zapfen, der sich in dem Lager p dreht. In dem hinteren Theile d ist ein aufwärts stehender Stahlstift f befestigt, und in dem vorderen Theile c ein ähnlicher Stift g, nach unten zu. Die Batteriepole sind mit den Drähten Z und C in Verbindung gesetzt und von da aus mittelst der messingenen Streifen k und m mit den metallischen Enden des Cylinders, auf welchem die federnden Enden jener Streifen ruhen; es können daher die in den Cylinderenden befestigten Stahlstifte f und g als die Pole der Batterie betrachtet werden. Zwei Federn h und h_1 sind mittelst breiter Füße auf der Grundplatte des Instrumentes befestigt und drücken mit ihren oberen Enden gegen zwei Spitzen, welche aus dem an den Kasten angeschraubten messingenen Arme i hervorragen. Diese Federn bilden die Verbindung zwischen dem Drahte l_1, mit welchem ein Ende des Leitungsdrahtes verbunden ist, und l_4, von wo aus der Strom durch den Multiplicator nach l_3 und dann durch einen Messingstreifen nach l_2 gelangt. Wenn ein Signal durch das Instrument hindurchgesendet wird, so tritt der Strom aus dem Leitungsdrahte der Linie an dem Ende l_2 in das Instrument ein, geht nach l_3, von da durch den Multiplicator nach l_4, dann in die Feder h_1, durch die Spitzen des Armes i nach der Feder h und endlich nach dem Ausgangsdrahte l_1, welcher mit dem nach der nächsten Station führenden Leitungsdrahte oder auf der Endstation mit der Erde verbunden ist. Wenn ein Signal durch ein Instrument gegeben werden soll, so wird der Schlüssel gedreht, wie es aus Fig. 60 und 61 ersichtlich ist, wodurch der eine mit der Batterie verbundene Stahlstift f mit der Feder h_1 in Berührung kommt, dieselbe zurückbiegt und dadurch ihre Verbindung mit dem Arme i aufhebt, während der mit dem anderen Pole der Batterie verbundene Stift g gegen den Fuß der anderen Feder h gedrückt wird, welcher zugleich das weitere Umdrehen des Schlüssels verhindert.

Der Strom, welcher als von dem Pole f ausgehend angenommen ist, geht an der Feder h_1 herunter und durch den Multiplicator nach dem Ende l_2, dann in den Leitungsdraht, durch die anderen Instrumente und schließlich in die Erde. Indem der Strom von der Erde durch den mit dem Ende l_1 verbundenen Draht wieder emporsteigt, gewinnt er den Fuß der Feder h, mit welchem der zweite Batteriepol g in Berührung ist. Es ist leicht einzusehen, daß die Richtung des Stromes und somit die Ablenkung der Nadel verschieden ist, jenachdem der Schlüssel rechts oder links gedreht wird.

121. Wie ist der Bain'sche Nadeltelegraph construirt?

Der in Fig. 62 S. 126 abgebildete Nadeltelegraph von Alex. Bain in Edinburg unterscheidet sich von dem Wheatstone-Cooke'schen theils in der Construction des Commutators, theils dadurch, daß die Magnetnadel durch zwei halbkreisförmige Magnetstäbe D D ersetzt ist, welche sich in einem Gehäuse A A in den zwei Multiplicatorrollen C C befinden und deren gleichnamige Pole innerhalb der Multiplicatorrollen einander nahe stehen, ohne sich zu berühren. Diese durch einen Messingstab mit einander verbundenen Magnetstäbe drehen sich um eine gemeinschaftliche horizontale Achse im Mittelpunkte der beiden Halbkreise. Auf derselben Achse ist auf dem Zifferblatte vorn ein Zeiger befestigt, welcher bei der Bewegung nach links auf I, bei der Bewegung nach rechts auf V zeigt. Die Pole Z und K einer Batterie M, und die Erdplatte X sind mit den in der Figur angegebenen Klemmschrauben verbunden. Den Commutator bildet ein Holzklotz O O, in welchen die Messingstücke 3, 12; h, h; 11, 4 und 10, 5 eingelassen sind, von denen 3 mit 4, 11 mit 12 und h mit h fortwährend leitend verbunden, die übrigen aber von einander isolirt sind. Im Mittelpunkte der durch diese Messingstücke gebildeten concentrischen Bögen befindet sich der Drehpunkt eines Hebels F,

welchen die Federn N N fortwährend in seiner senkrechten Stellung zu erhalten streben. Derselbe trägt ungefähr in

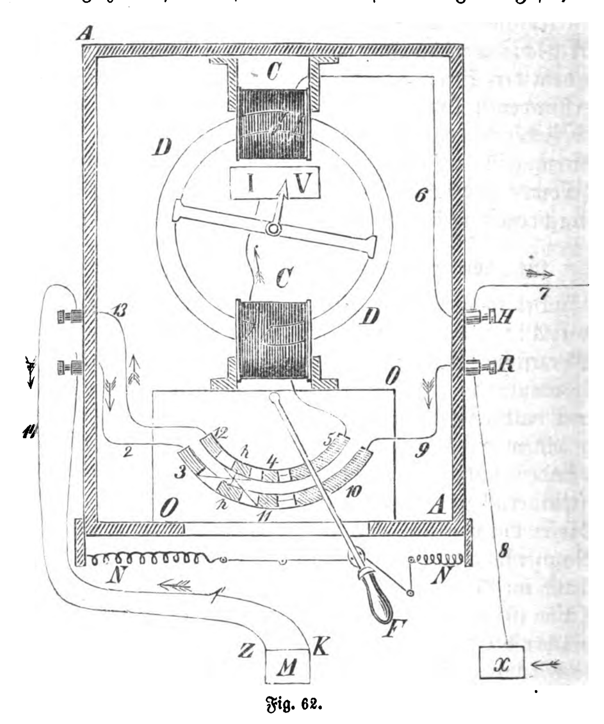


Fig. 62.

seiner Mitte zwei concentrische, messingene, gegen einander isolirte Spangen, deren rechte Enden bei jeder Stellung des Hebels die Messingstücke 5 und 10 berühren, während die linken bei der Drehung des Hebels bald auf den Messingstücken 4 und 11, bald auf h h, bald auf 12 und 3 schleifen. Ein durch die Windungen der beiden Multiplicatorrollen

CC gehender elektrischer Strom dreht nach den Gesetzen des Elektromagnetismus den Magnetkreis um seine Achse und zwar, je nach der Richtung des Stromes, nach links oder nach rechts. In der Ruhelage des Apparates, wenn derselbe zum Empfangen von Zeichen geschickt ist, steht der Hebel F senkrecht, und es sind dann die rechten Enden der mit demselben verbundenen Messingspangen, die in der Figur durch schwarze Linien angedeutet sind, mit 5 und 10, wie überhaupt bei jeder Stellung, die linken Enden dagegen mit h und h in leitender Verbindung. Der von der entfernten Station kommende, in die Klemme H eintretende Strom geht dann durch den Draht 6 in die Multiplicatorrollen, hierauf durch 5, h, h, 10 und 9 in die Klemme R, welche bei einer Endstation mit der Erde, bei einer Mittelstation mit dem nach der nächsten Station führenden Leitungsdrahte in Verbindung steht. In Folge des Stromdurchganges durch die Rollen CC wird der Magnetring gedreht und folglich die Nadel nach der einen oder anderen Seite hin abgelenkt. Die eigene Batterie M ist dann in Ruhe, weil die Klemmen 3 und 4 mit 11 und 12 in keinerlei Verbindung stehen. Will man ein Zeichen fortgeben, so muß man den Hebel F nach rechts oder links drehen; im ersteren Falle stellt sich der Zeiger auf allen eingeschalteten Stationen auf V, im letzteren Falle auf I. Wird, wie Fig. 62 andeutet, der Hebel rechts gedreht, so treten die linken Enden der Messingspangen mit den Metallstücken 4 und 11 in Berührung und der Strom der Batterie M nimmt folgenden Weg: Von K durch 1, 2, 3, 4, 5 in die Multiplicatorrollen CC, hierauf durch 6 nach H und in den Leitungsdraht 7, von wo aus er nach Durchlaufen der Apparate der anderen Stationen in die Erde fließt, aus der Erdplatte X empor und durch 8, R, 9, 10, 11, 12, 13 und 14 zurück zum anderen Pole Z der Batterie geht. Die Multiplicatorrollen sind so gewickelt, daß jetzt auf allen Stationen der Zeiger nach rechts abgelenkt

wird. Sollen die Zeiger aller Apparate links abgelenkt werden, also auf I zeigen, so muß der Hebel F nach links gedreht werden, damit die linken Hälften der Messingspangen mit den Messingstücken 3 und 12 in Berührung kommen. Dann geht der Strom von K durch 1, 2, 3, 10, 9 und R zur Erde, kommt im Leitungsdrahte 7 zurück zur Klemme H, geht nun durch 6 in den Multiplicator und endlich durch 5, 12, 13 und 14 zurück zum anderen Batteriepole Z. Offenbar ist im letzteren Falle die Richtung des Stromes und folglich die Ablenkung des Zeigers der im ersteren Falle entgegengesetzt.

Durch Gruppen der Ablenkungen des Zeigers nach rechts und links werden nun, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen einfachen Nadeltelegraphen, die verschiedenen Zeichen gebildet, und zwar die am häufigsten vorkommenden Zeichen durch die einfachsten Gruppen. Bain ließ auch an seinem Nadeltelegraphen durch die erste Bewegung der Achse ein Läutewerk auslösen, um dadurch die Aufmerksamkeit des Beamten mit Sicherheit zu erregen.

122. Wie änderte Ekling den Nadeltelegraphen von Bain ab?

Der Bain'sche Nadeltelegraph wurde zum Gebrauche auf den österreichischen Eisenbahnen von dem Mechanikus Ekling in Wien verändert und verbessert. Der Commutator besteht hier, wie Fig. 63 zeigt, aus zwei horizontalen Tasten I und V, die abwechselnd niedergedrückt wer-

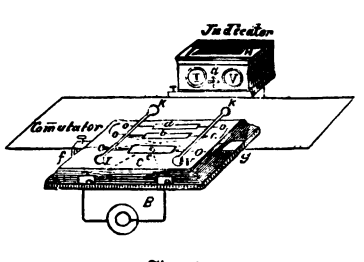


Fig. 63.

den, um den Strom abwechselnd in der einen oder anderen Richtung durch die Apparate zu leiten. a, b und c sind drei Metallfedern, welche ihre umgebogenen Enden nach oben richten. In ihrer Ruhelage drücken die schweren Kugeln K K die beiden Enden der Feder a auf die darunter befindlichen Contactständer nieder und stellen so eine leitende Verbindung zwischen den Klemmen f und g über a her. Die Ständer unter b sind mit f und g, mit den Ständern unter a parallel und mit den Ständern unter c übers Kreuz verbunden. Wird eine Taste, z. B. V, niedergedrückt, so läßt sie ihr Ende von a los und drückt dafür ihre Enden von b und c auf die Ständer nieder. Der + Strom der mit b und c verbundenen Batterie B geht dann nach b, durch dessen niedergedrücktes Ende nach g, durch den Zeichengeber (Indicator) nach f, nach dem niedergedrückten Ende von c und von c nach dem anderen Pole zurück. Zweckmäßiger ist der in Fr. 112 beschriebene Doppeltaster.

Der Zeiger des Ekling'schen Apparates sitzt in der Verlängerung des die Magnete D D tragenden Messingstabes mit diesem auf einer verticalen Achse und schlägt an zwei Glocken von verschiedener Größe und folglich verschiedenem Ton. Die Zeichen sind hier also nicht blos sichtbar, sondern auch hörbar; man kann bei einiger Uebung die ganze Correspondenz durch das Gehör wahrnehmen, ohne den Zeiger anzusehen. Der auf dem Indicator-Kästchen liegende Richtmagnet A B stellt die halbkreisförmigen Magnete in ihre Ruhelage ein.

Zur Vereinfachung der Zeichen schied Ekling die Bewegungen des Armes nach links und rechts in kurze und lange, so daß alle Buchstaben und Ziffern durch Combinationen zu zwei ausgedrückt werden können, während Bain bis zu vier brauchte. Bezeichnet man eine kurze Bewegung nach links mit 1, eine lange mit 2, eine kurze Bewegung nach rechts mit 5, eine lange mit 6, so bedeutet:

12 = a, ä; 5	21 = e, ö; 6	16 = i, j, ü, y; 7	61 = o; 8
22 = b, p	56 = f, v, ph	62 = l	51 = r; 3
26 = c, z	65 = g, k, q	66 = m	55 = s; 4
52 = d, t; 0	15 = h, ch; 2	11 = n; 1	25 = u, w; 9

1515 = Aufruf, Endzeichen	155 = Verstanden
15152 = Fragezeichen	11 = Einschlußzeichen für Ziffern.
5151 = nicht verstanden	

Will man a und ä, b und p ꝛc. bestimmt unterscheiden, so nimmt man Gruppen zu drei Ziffern, indem man den zweizifferigen noch eine 1, 5, 2 oder 6 anhängt; z. B. 121 = a, 122 = ä, 221 = b, 222 = p, 651 = g, 652 = q, 655 = k, 656 = x, 251 = u, 252 = ü ꝛc.

123. Welche Einrichtung hat der Nadeltelegraph von Henley?

Der sehr empfehlenswerthe (schon 1848 patentirte) Nadeltelegraph von Henley und Forster arbeitet mit Magneto-Inductionsströmen. Die Inductionsrolle wird beim Zeichengeben mittelst eines Hebels vor den Polen eines Magnets ein Stück gedreht; der entstehende Inductionsstrom lenkt die Nadel ab und der beim Rückgang des Hebels erzeugte entgegengesetzte Inductionsstrom führt die Nadel in die Ruhelage zurück. Die Nadel befindet sich aber nicht in einem Multiplicator, sondern zwischen den zweckmäßig gestalteten und verlängerten Polen eines Hufeisen-Elektromagnets und wird von diesen Polen (deren jeder auf beide Pole der Nadel, aber in gleichem Drehungssinne, wirkt) nach der Ablenkung in ihrer Lage festgehalten, bis der entgegengesetzte Strom kommt. Man kann daher auch kurze und länger dauernde Ablenkungen zum Zeichengeben verwenden, anstatt der Ablenkungen nach links und nach rechts. Gewöhnlich wendet man aber zwei Nadeln, zwei Inductoren und zwei Leitungsdrähte an.

124. Wie ist das Spiegelgalvanometer und das Marinegalvanometer von Thomson eingerichtet?

Auf der transatlantischen Linie zwischen Irland und Nordamerika benutzten William Thomson und Cromwell Fleetwood Varley, um mit möglichst schwachen Strömen telegraphiren zu können, einen möglichst empfindlichen Nadeltelegraphen. Um den Nadelausschlag recht deutlich wahrnehmbar zu machen, griff Prof. Thomson in

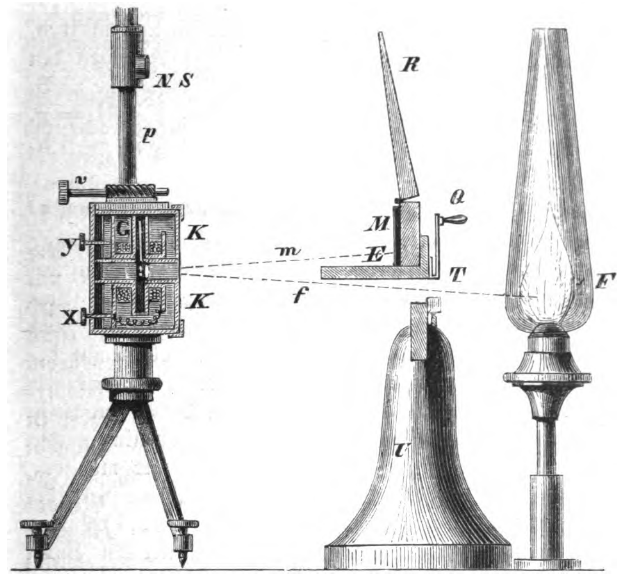


Fig. 64.

Glasgow 1858 zu dem schon 1833 von Gauß und Weber (vgl. Fr. 114) zum Telegraphiren angewendeten Reflex- oder Spiegelgalvanometer zurück und gab diesem Instrumente die in Fig. 64 abgebildete Form.

Das mit vielen Tausend gut isolirten Windungen eines feinen Kupferdrahtes versehene Galvanometer G wird mit den Drahtenden x und y in die Leitung eingeschaltet. In der Mitte der Rolle hängt an einem Coconfaden ein sehr leichtes Magnetstäbchen mit einem kleinen Spiegelchen, dessen Spiegelebene mit der Verticalebene des Stäbchens zusammenfällt und bei der Ruhelage desselben im magnetischen Meridian liegt, in welchen auch die Drahtwindungen eingestellt werden. Der Magnetstab ist $^1/_2$ Zoll lang, $^1/_{10}$ Zoll breit und $^1/_{10}$ Zoll dick, und wiegt mit dem Glassilberspiegelchen zusammen nur den hundertundsechszigsten Theil eines Lothes. Die Multiplicatordrähte sind in mehrere Rollen abgetheilt und so angeordnet, daß man das Instrument für schwache und starke Ströme benutzen kann. Sie sind mittelst Platten von Hartkautschuk an dem luftdicht schließenden, jede störende Einwirkung von Luftströmungen abhaltenden Gehäuse K K befestigt. Ein gekrümmter Stahlmagnet N S ist an der Aufhängeröhre p mittelst eines eigenen Halters so befestigt und mittelst der Mikrometerschraube v so verstellbar, daß in Folge seiner Einwirkung auf die Nadel der Spiegel den von der Flamme F durch den Spalt T auffallenden Lichtstrahl f als m auf den Nullpunkt der Elfenbeinscala M zurückwirft. Dabei geht der einfallende und der reflectirte Strahl durch eine kleine unmittelbar vor dem Spiegel befindliche Sammellinse. Bei Ablenkung der Nadel dreht sich der Spiegel und mit ihm, aber um einen doppelt so großen Winkel (vgl. Fr. 86), der auf die Scala geworfene Lichtstrahl (Lichtzeiger). Das Instrument steht auf einem gemauerten Pfeiler in einem dunkeln, nur dem Telegraphisten zugänglichen Zimmer; der Rahmen R hält jede weitere Verbreitung des Lampenlichts von dem Apparate ab; auch kann mittelst des Schiebers Q der Spalt T geschlossen werden.

Deutlicher läßt sich die Anordnung der einzelnen Theile an dem ganz ähnlichen Marinegalvanometer, Fig. 65,

erkennen, welches für den Gebrauch auf dem Schiffe bestimmt und deßhalb so eingerichtet ist, daß die Schwankungen des Schiffes selbst bei stürmischem Wetter die Stellung des Spiegelchens gegen die Scala nicht beeinflussen. Dazu ist das Magnetstäbchen a mittelst eines Coconfadens sowohl oben als unten an das die Drahtwindungen tragende Holzrähmchen KK befestigt und inmitten der Multiplicatorwindungen eingespannt. Der Coconfaden muß genau durch den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Stäbchens a und des Spiegels b gehen, damit letzteres bei Drehung oder Neigung der Multiplicatorrolle seine Lage gegen die auf demselben Tischbrete befestigte Scala und den darauf erscheinenden Lichtzeiger unverändert beibehält. Um den Einfluß des Erdmagnetismus auf den Magnet aufzuheben, schließt man den Multiplicator nebst Magnet und Spiegel in eine Büchse von starkem, weichen Eisen ein und stellt im Inneren dieser Büchse zugleich einen mäßig starken Hufeisen-Stahlmagnet NS so auf, daß seine Pole die Drahtrollen zwischen sich fassen. Die Richtkraft dieser Pole auf den Magnetstab a ist stärker, als die der Erde; daher stellt sich der Magnetstab bei allen Stellungen des Instruments in die durch die Pole gehende Gerade NS ein. L ist die Sammellinse vor dem Spiegelchen b; der einfallende Lichtstrahl f wird in der Richtung m auf die Scala geworfen.

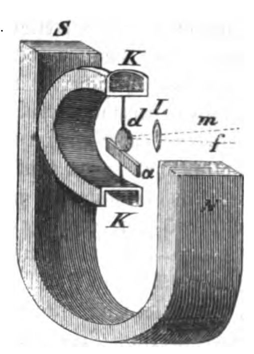


Fig. 65.

Um möglichst schnell telegraphiren zu können, einigten sich Thomson und Varley dahin, durch einen positiven

Strom den Lichtzeiger nach rechts abzulenken, ihn bei Unterbrechung dieses ersten Stromes durch einen (etwas stärkeren und länger andauernden) negativen Strom in die Ruhelage zurückzuwerfen, vor Erreichung derselben aber ihn zur Verhinderung von lebhaften Schwingungen durch einen dritten (kürzeren oder schwächeren) positiven Strom aufzuhalten, die vom dritten Strome herrührende Ladung der Leitung durch einen vierten, noch kürzeren negativen Strom zu beseitigen und endlich durch einen fünften, ganz kurzen positiven Strom die Nadel in der Ruhelage zum Stillstande zu bringen. Die Dauer der 5 Ströme war: + 100, — 156, + 80, — 32,5, + 26. Fünf Ströme von entgegengesetzter Richtung lenken die Nadel nach links ab, und aus diesen beiden, positiven und negativen, Urzeichen ließ sich ein Alphabet bilden. Beim atlantischen Telegraphentau wandte man 2 gleichsinnige Urzeichen an und zwar einen Ausschlag von 15° zur Bezeichnung eines Morsestrichs, einen Ausschlag von 20° für den Morsepunkt (vgl. 13. Kap.). Bei der atlantischen Telegraphie kam aber auch der dem Schiffscoder von Marryat in gewissem Grade ähnliche Signalcoder des englischen Capitains F. J. Bolton zur Anwendung; von den 5 Theilen dieses Coder enthält der erste die Buchstaben, Ziffern, Interpunktionszeichen und Dienstphrasen, der zweite die Silben der englischen Sprache, der dritte häufig vorkommende Ortsnamen, Monate, Tage, Stunden und Signale für Handels- und politische Nachrichten, der vierte Wörter und Sätze der englischen Sprache und der fünfte alle Ortsnamen und eine Reihe von Sätzen. Bei Benutzung dieser 5 Theile telegraphirt man mit Gruppen von 2, 3, 4, 5 oder 6 Ziffern und soll eine Geschwindigkeitserhöhung von 100 Proc. erzielen.

Der Zeichengeber von Thomson und Varley zum Hervorbringen von positiven und negativen Urzeichen enthält zwei Tasten, welche auf die Enden eines Hebels wirken;

die Stellung dieses Commutatorhebels bedingt aber blos das Vorzeichen der abgehenden Ströme, die Absendung der fünf Ströme bewirken zwei Schließungsräder (Fr. 119), welche auf einer Welle sitzen, die mit der während des Telegraphirens in ununterbrochener Umdrehung erhaltenen Hauptwelle durch eine Reibungskuppelung verbunden ist und beim Niederdrücken einer Taste von dieser Hauptwelle auf einer ganzen Umdrehung mitgenommen wird. Die angewandte Batterie enthält 20 Daniell'sche Elemente, deren Zinkzellen blos mit Wasser gefüllt sind, indem sich die zur Leitung des Stromes erforderliche Schwefelsäure bei Zersetzung des Kupfervitriols bildet und in die Zinkzelle übergeht.

Elftes Kapitel.

Die Zeigertelegraphen.

125. Was versteht man unter einem Zeigertelegraphen?

Bei den Zeigertelegraphen dreht sich ein Zeiger schrittweise über einer kreisrunden Scheibe und markirt hierbei einen der darauf verzeichneten Buchstaben, eine Ziffer oder ein sonstiges Zeichen dadurch, daß er vor ihm stehen bleibt. Man hat die Buchstaben und sonstige telegraphische Zeichen auch in Zeilen neben und unter einander angeordnet, was jedoch weniger zweckmäßig ist.

Der Zeiger wird entweder unmittelbar von einem oder mehreren Elektromagneten in Umdrehung versetzt, welche einen Hebel abwechselnd anziehen und loslassen und dabei ein Zahnrad und mit diesem den Zeiger absatzweise fortbewegen, bis letzterer auf dem zu telegraphirenden Zeichen stehen bleibt; oder die Elektromagnete lösen blos ein Räderwerk aus, welches, durch ein Gewicht oder eine Feder getrieben, den Zeiger umdreht.

Die Zeigertelegraphen sind zwar leicht zu handhaben, haben aber im Allgemeinen den Nachtheil, daß sie viel Kraft erfordern, zu langsam arbeiten, daß die Zeichen nicht fixirt werden können, wodurch leicht Irrthümer entstehen, und daß sie complicirt, also mancherlei Störungen ausgesetzt sind.

126. Wer hat sich um die Ausbildung der Zeigertelegraphen besonders verdient gemacht?

Um die Ausführung der ersten Zeigertelegraphen hat sich besonders Wheatstone verdient gemacht. Nächst diesem sind namentlich von Pelchrzim, Drescher, Siemens und Halske, Fardely, Kramer, Stöhrer, Bréguet, Digney, Regnard neue und zweckmäßige Constructionen von Zeigertelegraphen ausgegangen.

127. Wie sind die ältesten von Cooke und von Wheatstone construirten Zeigertelegraphen beschaffen?

Nach Ronalds (vgl. Fr. 27) machte Cooke den ersten Versuch zur Construction eines Zeigertelegraphen für Eisenbahnzwecke. Anfänglich (März 1836) suchte Cooke die mechanische Einrichtung der Spieldosen nachzuahmen, ließ durch die Wirkung eines Stromes auf einen Elektromagnet das Triebwerk ausrücken und durch den beim Aufhören des Stromes abfallenden Ankerhebel wieder hemmen, sobald das zu telegraphirende Zeichen auf der Walze vor einem Fensterchen erschienen war; die Triebwerke beider Stationen mußten dabei einen übereinstimmenden Gang haben. Schon im Juli 1836 wandte Cooke zwei Elektromagnete in demselben Stromkreise an, welche abwechselnd einen eisernen Anker anziehen und dadurch dem frei herabhängenden Pendel, woran der Anker saß, eine hin und her gehende Bewegung ertheilen sollten; an der Pendelstange war ein Echappement befestigt, dessen Lappen abwechselnd auf das Steigrad des den Zeiger umtreibenden Räderwerks wirkten. (Vgl. auch Fr. 110.)

Einer der ältesten Wheatstone'schen Zeigerapparate hat kein Laufwerk, d. h. das den Zeiger treibende Echappement-Rad wird unmittelbar durch den Elektromagnet bewegt. Zieht beim Schluß des Stroms der Elektromagnet seinen Anker an, so dreht ein an einem Querarm des Ankerhebels

angebrachter Haken das Rad um einen Zahn und rückt somit den Zeiger um ein Feld vorwärts. Beim Unterbrechen des Stromes reißt eine Feder den Anker vom Elektromagnet los, und auch dabei wird das Rad um einen Zahn fortgerückt. Ein zweiter Elektromagnet läßt beim Anziehen seines Ankers den daran befestigten Hammer an eine Glocke anschlagen, um die Aufmerksamkeit zu erregen. Bei dieser Einrichtung war jedoch Wheatstone gezwungen, drei Leitungsdrähte anzuwenden, einen zur Bewegung des Zeigers, einen zum Ertönenmachen der Glocke, und den dritten als Rückleitung zum anderen Batteriepole. Bei Rückleitung durch die Erde wären blos zwei Leitungsdrähte nöthig gewesen.

Das wechselnde Schließen und Oeffnen der Batterie durch einen der Leitungsdrähte hindurch geschieht mittelst einer Speichenscheibe (Schließungsrad), welche an ihrem Umfange abwechselnd kurze und lange Speichen hat, deren jede auf der Scheibe selbst mit einem Buchstaben rc. bezeichnet ist. Eine unter der Scheibe befindliche Feder schließt die Batterie, so oft sie sich an einen Metallstift anlegt. Tritt nun eine lange Speiche dieser Feder gegenüber, so drückt sie die Feder nieder, entfernt sie dadurch von dem Stifte und öffnet die Kette; tritt eine kurze Speiche der Feder gegenüber, so geht die Feder empor und schließt den Strom. Durch das Umdrehen der Speichenscheibe wird also die Batterie abwechselnd geschlossen und geöffnet, und da die Buchstaben der Speichenscheibe mit denen der Zeigerscheibe correspondiren, so zeigt der Zeiger stets auf den Buchstaben, dessen Speiche der Feder gegenübersteht. Jede Station braucht eine Speichen- und eine Zeigerscheibe, um ebensowohl Zeichen empfangen, als geben zu können. Durch den Elektromagnet des Glockenwerkes schließt man die Batterie mit der Hand durch eine besondere Feder.

128. Welche Einrichtung haben die neueren Wheatstone'schen Zeigertelegraphen mit Laufwerk?

Da bei dem soeben beschriebenen Zeigerapparate immer noch ein ziemlich starker Strom nöthig ist, um den Anker so kräftig anzuziehen, daß dadurch die Fortrückung des Zahnrades und des Zeigers mit Sicherheit erfolgt, so ließ W h e a t s t o n e durch ein besonderes Laufwerk mit Gewicht das Steigrad fortbewegen, während dieses durch eine von dem galvanischen Strome bewegte Hemmung oder Echappement bald

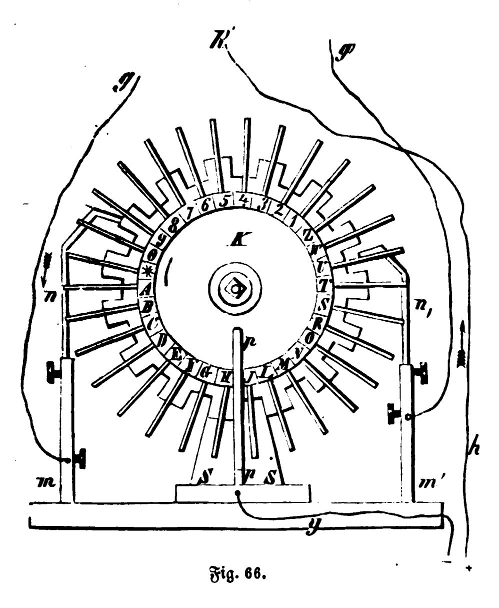


Fig. 66.

angehalten, bald freigelassen wird. Das Echappement bewegen zwei Elektromagnete hin und her, welche einen gleicharmigen Hebel bald auf der einen, bald auf der anderen Seite anziehen,

da der elektrische Strom abwechselnd durch den einen oder den anderen geleitet wird. Die Speichenscheibe (Fig. 66) muß also den Strom abwechselnd bald um den Elektromagnet M, bald um M′ (Fig. 67) senden. Dieselbe hat

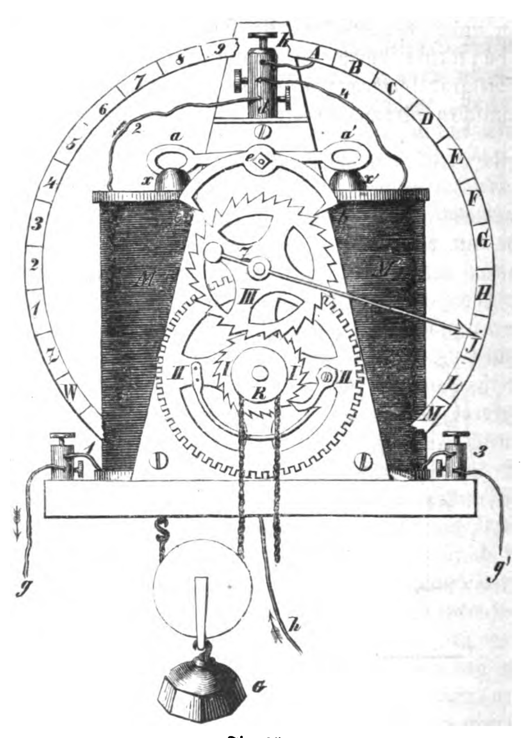


Fig. 67.

folgende Einrichtung: Eine Metallscheibe K, welche um horizontale Zapfen im Metallständer S S drehbar ist, hat an

ihrem Umfange halb so viel gleichgroße Einschnitte, als Zeichen zu geben sind. Jeder Vorsprung und jeder Einschnitt hat eine in der Verlängerung des Halbmessers befindliche Speiche und ist mit einem Buchstaben oder einer Ziffer bezeichnet. Zwei hohle Messingsäulchen m und m' mit den verschiebbaren Messingstäben n und n' stehen so zu beiden Seiten des Schließungsrades K, daß bei jeder Stellung des letzteren ein Stab mit einem Vorsprunge des Rades in Verbindung ist, während der andere vor einem Einschnitte sich befindet, das Rad also nicht berührt; bei der Umdrehung des Rades tritt also abwechselnd das eine oder das andere dieser Messingsäulchen mit dem Rade und mit dem Ständer SS in metallische Berührung. Man erfaßt nun diejenige Speiche mit dem Finger, welche dem zu gebenden Zeichen zugehört, und dreht damit das Rad gleichmäßig in Richtung des Pfeiles herum, bis man an den senkrechten Stab pp anstößt, bis also die zugehörige Speiche senkrecht nach unten steht. Der Ständer SS ist mit einem Batteriepole verbunden, während der andere Pol mittelst des Leitungsdrahtes hh' zur oberen Klemme d des Zeichenempfängers (Fig. 67) führt; ferner ist das Messingsäulchen m durch den Leitungsdraht g mit der Klemme 1 und das Messingsäulchen m' durch den Leitungsdraht g' mit der Klemme 3 des Empfangsapparates verbunden. Von der Klemme 1 führt ein Draht um den Elektromagnet M und von der Klemme 3 einer deßgleichen um den Elektromagnet M', beide nach der oberen Klemme d.

Hat nun das Speichenrad z. B. die in Fig. 66 angegebene Stellung, so geht der Strom vom positiven Pole durch den Leitungsdraht h' h in die Klemme d, in den Draht 2 und durch die Spulen des Elektromagnetes M, von da in die Klemme 1, durch den Leitungsdraht g in das Säulchen m, in das Rad K, den Ständer SS und im Drahte y nach dem negativen Pole der Batterie. Es wird also der Anker a vom

Eisenkerne x angezogen, wobei sich der Haken b hemmend in das Rad III einlegt. Wird dann das Rad um eine Speiche weiter gerückt, so daß n' mit dem Rade in Berührung, dagegen n vor einen Zwischenraum tritt, so geht der +Strom durch den Leitungsdraht h' nach d, von hier aus aber durch den Elektromagnet M', den Leitungsdraht g', zum Säulchen m' und durch den Ständer S S zurück zum —Pole der Batterie. Dies bewirkt eine Anziehung des Ankers a' an den Eisenkern x', wobei der Haken b' sich in das Rad III einlegt, nachdem der Zeiger durch das von dem Gewicht G getriebene Räderwerk um ein Feld weiter gerückt ist und nun z. B. auf dem Buchstaben L steht. Die Elektromagnete bewirken durch ihre Kraft nur die Auslösung und Hemmung des Räderwerks.

Auf diese Weise bezeichnet der Zeiger immer denjenigen Buchstaben, welcher der am Säulchen p p stehenden Speiche entspricht.

Bei der eben beschriebenen Einrichtung sind drei Leitungsdrähte erforderlich; man braucht indeß blos e i n e n, wenn man zur Rückleitung die Erde benutzt und wenn man nur e i n e n Elektromagnet und nur e i n Säulchen m n oder m' n' am Speichenrade anwendet; während dann dieses Säulchen außer Berührung mit dem Speichenrade, der Strom also unterbrochen ist, wird der Anker vom Elektromagnet durch eine Feder losgerissen und also bei jedem Eintreten und bei jeder Unterbrechung des Stromes der Zeiger um ein Feld vorwärts gerückt. Fig. 68 zeigt eine solche Anordnung. M ist der Elektromagnet, A der Anker und r die Abreißfeder, deren Spannung durch die Schraube R regulirt wird. Anstatt des Speichenrades kann man auch mittelst eines Tasters, wie er später bei dem Morse'schen Schreibapparate beschrieben werden wird, den Strom durch Niederdrücken schließen, durch Loslassen wieder unterbrechen.

Da nun jede Station ebensowohl zum Geben als zum

Empfangen von Depeschen geeignet sein muß, so gehört auf jede Station ein Speichenrad und ein Zeigerapparat, die so mit einander verbunden sein müssen, daß im Ruhestande, wenn also die mit * bezeichnete Speiche die untere senkrechte

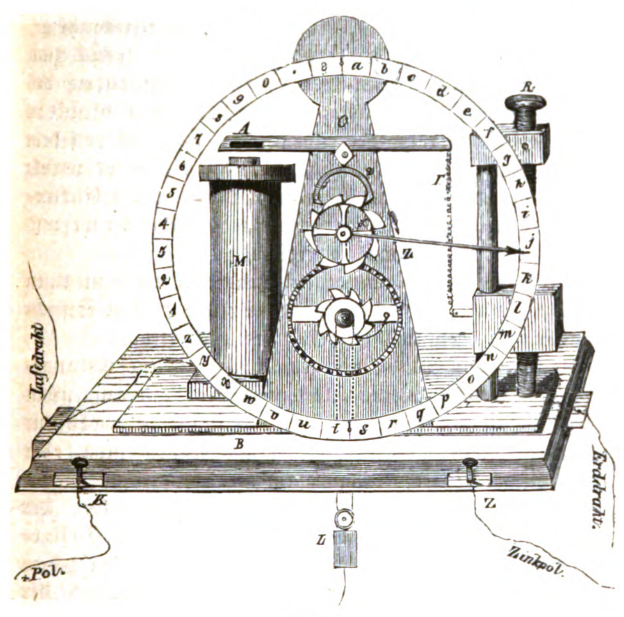


Fig. 68.

Stellung einnimmt, die Batterie ausgeschaltet ist, der Messingstab n (Fig. 66) vor einem Zwischenraume steht, das Speichenrad also nicht berührt, und der von einer entfernten Station kommende Strom ungehindert durch den Elektromagnet nach der nächsten Station oder in die Erde gelangen kann. Zur Erreichung dieses Zweckes verband

Fardely in Mannheim, der sich überhaupt um die Verbesserung dieser Telegraphen verdient gemacht hat, auf sehr einfache Weise das eine Ende d des Elektromagnetes (Fig. 67) mit der nach der einen Richtung, den Ständer S S d. h. das Speichenrad mit der nach der anderen Richtung führenden Telegraphenleitung oder bei einer Endstation mit der Erde, ferner einen Batteriepol mit dem Messingsäulchen m (Fig. 66), den anderen mit dem zweiten Ende der Elektromagnet-Umwickelung in der Klemme 1 (Fig. 67) und sorgte dafür, daß letztere im Ruhestande des Apparates, jedoch bei keiner anderen Stellung des Speichenrades, mit diesem oder dem Ständer S S durch einen besonderen Draht in Verbindung trat. Letzteres kann dadurch am leichtesten erreicht werden, daß eine mit der Klemme 1 verbundene Metallfeder einen auf der Achse des Speichenrades sitzenden Metallzahn dann berührt, wenn die mit * bezeichnete Speiche die untere senkrechte Stellung einnimmt. Der zweite Elektromagnet M', das Säulchen m' und die übrigen in Fig. 66 und 67 angedeuteten Drähte sind hierbei selbstverständlich hinwegzudenken.

In Bezug auf die Zeigerscheibe ist noch zu erwähnen, daß dieselbe drei concentrische Ringe mit Zeichen enthält, so daß der Zeiger bei jedem Stande auf drei verschiedene Zeichen hinzeigt. Einer dieser Ringe enthält die Buchstaben und als erstes und zweites Feld die Wörter: „Wort" und „Ziffer", der zweite Ring enthält häufig vorkommende Wörter und der dritte Ring Ziffern. Wird nun vom Nullpunkte aus der Zeiger erst auf „Wort" gestellt, so gelten für diesen Zeigerumlauf nur die Wörter des zweiten Ringes; wird dagegen der Zeiger zuerst auf „Ziffer" gestellt, so gelten für diesen Umlauf nur die Ziffern des dritten Ringes. Sonst gelten nur die Buchstaben. Durch diese Einrichtung wird die Zahl der zu gebenden Zeichen sehr vermehrt, ohne daß man die Einschnitte in dem Speichenrade zu vermehren braucht, was das Telegraphiren verlangsamen würde.

129. Wie ist der Zeigerapparat von Siemens und Halske eingerichtet?

Der Zeigerapparat von Siemens und Halske, welcher unzweifelhaft zu den sinnreichsten und vollkommensten der bis jetzt hergestellten gehört, zerfällt in zwei Haupttheile, nämlich in den Weckerapparat und den eigentlichen Zeigerapparat. In Fig. 69 sind beide dargestellt. Rechts befindet

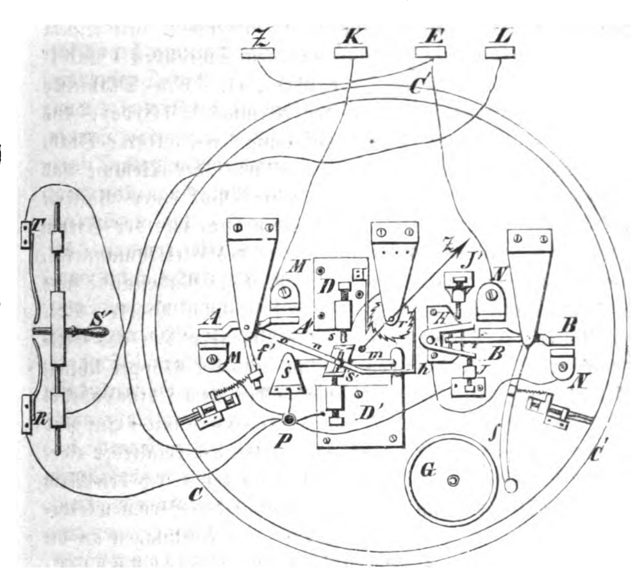


Fig. 69.

sich der Weckerapparat, welcher gleichzeitig mit dem Zeigerapparate in einer runden Messingkapsel C C′ eingeschlossen ist. NN sind die Pole eines Elektromagnetes, dessen Eisenkerne unter dem Deckel senkrecht gegen denselben stehen; den

aufwärtsgebogenen Polplatten gegenüber stehen die flachen Enden eines doppelarmigen Ankers B B, der um eine senkrechte Achse drehbar ist. Mit diesem Anker fest verbunden sind die Arme i und f, von denen der letztere am Ende einen Klöppel trägt und damit an die Glocke G anschlägt, so oft der Anker B B in Folge der Anziehung des Elektromagnetes sich dreht. Der Arm i sitzt zwischen den zwei Schenkeln eines gabelförmigen, um einen senkrechten Zapfen drehbaren Metallstückes H, ist aber durch Elfenbeinstifte an seinem Ende gegen H isolirt. Die metallenen Schrauben I und I′ beschränken die Bewegung der Gabel H. Ein Drahtende des Elektromagnetes ist mit der Klemme E (Erde), das andere mit der Gabel H in Verbindung; ein anderer Draht führt von der Schraube I durch P nach der Klemme und Contactfeder R. Ist nun der positive Pol einer Batterie mit Z, der negative mit R verbunden, so geht der Strom von Z über E durch die Windungen des Elektromagnetes, hierauf in die Gabel H, und, da diese im Ruhestande stets an der Schraube I anliegt, durch diese zum anderen Pole der Batterie. Demnach ziehen die Polenden N N des Elektromagnetes die Ankerenden B B an, und der Klöppel schlägt an die Glocke; gleichzeitig rückt aber der Arm i die Gabel H an I′, hebt somit die Verbindung derselben mit I auf und unterbricht den Strom der Batterie. Eine Spiralfeder zieht den Arm f zurück, bis die Gabel H wieder durch den Arm i an die Schraube I angedrückt und somit der Strom wiederhergestellt wird, worauf ein abermaliges Anschlagen an die Glocke erfolgt. In diesem Wecker mit Selbstunterbrechung (vgl. Fr. 101) wird also der Strom durch den Apparat selbst hergestellt und wieder unterbrochen und dabei die Glocke angeschlagen.

Der zugehörige Zeigerapparat ist links in Fig. 69 dargestellt. M M sind die Pole eines Elektromagnetes, A A′ die Enden des zugehörigen um eine verticale Achse drehbaren

Ankers, welcher mit einem Hebel f' und einem anderen Hebel o h fest verbunden ist. Letzterer trägt an seinem äußersten Ende einen Haken, welcher in das stählerne Sperrrädchen r eingreift; dieses Rädchen kann sich nur nach einer Richtung herumdrehen, da ein an der linken Seite des Rädchens auf dem Fuße D befestigter Sperrhaken die Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung verhindert. Sobald der Anker A A' von dem Elektromagnet angezogen wird, greift der Haken h um einen Zahn des stillstehenden Rädchens r weiter; wenn aber nach dem Aufhören des elektrischen Stromes der Anker durch die am Arme f' befestigte Feder wieder zurückgezogen wird, so rückt h das Rädchen r um einen Zahn fort und den auf derselben Achse sitzenden über der Decke des Apparates befindlichen Zeiger Z um einen Buchstaben oder überhaupt um ein Feld. Dasselbe geschieht bei jedem Spiele des Ankers A A', d. h. bei jeder Anziehung und darauf folgenden Entfernung des Ankers von den Polen des Elektromagnetes.

Von den Drahtenden des Elektromagnetes ist eins in die Klemme K eingeschraubt, das andere mit der Messingplatte S verbunden; ein anderer Draht geht von dem Messinggestelle D' durch die Oeffnung P nach der Klemme T und deren Contactfeder. Die hin- und hergehende Bewegung des Armes o wird ebenfalls durch Selbstunterbrechung des Stromes hervorgebracht. Zu dem Ende trägt die Messingplatte S einen nahe unter dem Arme o hinlaufenden Messingstreifen m, auf welchem ungefähr in der Mitte ein kleiner metallener Schlitten s s' mit metallenen Hervorragungen befestigt ist. Beim Hin- und Hergehen des Armes o, welcher durch elfenbeinerne Stifte gegen den Schlitten isolirt ist, wird dieser mit dem Streifen m um einen Drehpunkt der Platte S hin- und herbewegt, so daß m und dadurch s s' abwechselnd mit den Schrauben D und D' in metallische Berührung kommt. Im Ruhestande des Apparates, wo der

Anker A A′ nicht angezogen ist, drückt ein Elfenbeinstift am Hebel o die Hervorragung s′ gegen die Schraube D′. Wenn nun bei T ein Strom eintritt, so geht derselbe durch D′, s′, m, S durch die Windungen des Elektromagnetes nach K u. s. w.; dadurch wird der Anker A A′ angezogen und der Haken bei h greift in den nächsten Zahn des Rädchens r; gleichzeitig rückt aber auch der Schlitten s s′ an die Schraube D, wodurch die Verbindung zwischen s′ und D′ und damit der Strom unterbrochen ist. Da nun der Elektromagnet den Anker A A′ nicht mehr anzieht, so wird derselbe durch die Spiralfeder an f′ in seine vorige Lage zurückgebracht, wobei h den ergriffenen Zahn mit zurückzieht und dadurch den Zeiger auf den nächsten Buchstaben fortrückt. Beim Zurückgehen von A A′ wird aber die Verbindung von s′ und D′ wiederhergestellt, also der Strom von Neuem geschlossen. Indem sich dieses Spiel wiederholt, geht der Zeiger z sprungweise von einem Felde der Zeigerscheibe zum anderen, so lange, als die Batterie eingeschaltet bleibt oder bis ein mechanisches Hinderniß den Zeiger anhält. Innerhalb des Schlittens s s′ haben die Elfenbeinstifte des Armes o einen kleinen Spielraum, so daß der Arm o den Schlitten erst mitnimmt, nachdem er selbst schon einen Theil seines Wegs zurückgelegt hat; dadurch werden die Ströme etwas verlängert und das Spiel des Apparates sicherer.

Auf der Zeichenscheibe befindet sich, jedem Buchstaben gegenüber, eine Taste, welche niedergedrückt werden kann und beim Loslassen durch eine Feder wieder emporgeht. Die Achse des Stahlrädchens r trägt einen Arm parallel dem Zeiger. Wird nun, während der Zeiger umläuft, bei irgend einem Buchstaben die Taste niedergedrückt, so tritt ein darunter befindlicher senkrechter Messingstift dem unteren Arme hemmend entgegen, so daß mit diesem zugleich der Zeiger z zum Stillstande gebracht und der Strom dauernd unterbrochen wird, indem der Haken h zwar noch in den nächsten

Zahn eingreift, denselben aber nicht mit fortnehmen, die eben unterbrochene Verbindung also nicht wiederherstellen kann. Es bleiben daher die Zeiger aller eingeschalteten Stationen auf dem Buchstaben stehen, dessen zugehörige Taste niedergedrückt worden ist, und zwar so lange, bis die Taste wieder losgelassen wird.

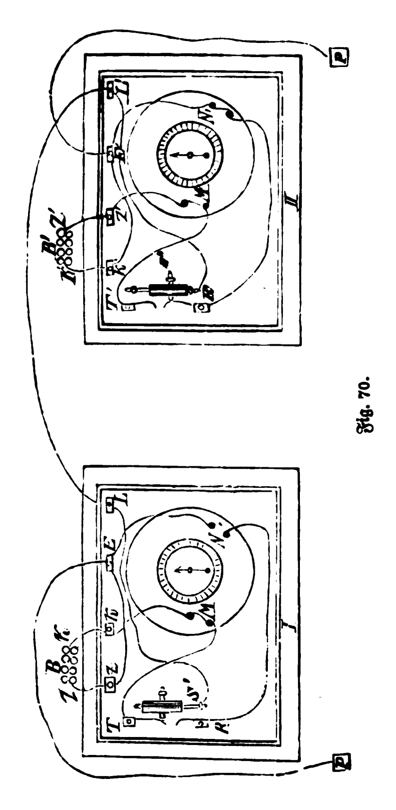


Fig. 70.

Fig. 70 zeigt die Anordnung dieser Zeigerapparate für zwei Stationen I und II. Die Einschaltung der Drähte in die Klemmen ist auf beiden Stationen dieselbe mit Ausnahme der Polverbindung der Batterie. Auf der Station I steht nämlich die Klemme E mit dem Zinkpol Z, auf der Station II dieselbe Klemme E′ mit dem Kupferpol K′ in Verbindung. Die Klemmen E und E′ sind mit den Erdplatten P und P, L und L′ mit den Enden des Leitungsdrahtes in Verbindung. Der Schieber S′ (Fig. 69) läßt sich an einer Messingstange hin=

und herschieben und dadurch entweder mit der Contactfeder R oder mit T in Berührung bringen; für die Stellung des Schiebers zwischen R und T, wie in Fig. 69, ist der Stromkreis offen. Die Drahtenden eines Galvanoskops (vgl. Nr. 85) sind einerseits mit dem zugehörigen Schieber, andererseits mit der Leitungsklemme verbunden, also zwischen beiden eingeschaltet. In der Ruhelage stehen die Schieber S′ und S″ beider Stationen auf R und R′; bei dieser Stellung kann kein Strom in die Leitung gelangen, weil die mit der Batterie verbundenen Klemmen T und T′ isolirt sind. Beim Telegraphiren wird auf folgende Weise verfahren: Wenn die Station I nach II hin telegraphiren will, so rückt sie den Schieber S′ an T, wodurch die Batterie B in die Leitung eingeschaltet wird; der Strom derselben geht vom K-Pol aus über K, M, T, S′, L in die Leitung nach Station II, dann über L′, S″, R′, N′, E′, P in die Erde und zurück nach P, E, Z zum Z-Pole der Station I. Dieser Strom geht also durch den Zeigermagnet M der Station I und durch den Weckermagnet N′ der Station II. Es ist jedoch die Feder (Fig. 69) des Weckermagnetes viel schwächer angespannt als die Feder des Zeigermagnetes, so daß die Kraft der Batterie B nur den Wecker der Station II, nicht aber den Zeigerapparat der eigenen Station in Bewegung setzt. Der Telegraphist in Station II stellt nun, durch den Wecker aufmerksam gemacht, seinen Schieber S″ auf T′ und nun befinden sich beide Batterien B und B′, so wie die Zeigermagnete M und M′, in der Leitung. Der Strom nimmt nun folgenden Weg: K-Pol, K, M, T, S′, L, Leitung, L′, S″, T′, M′, Z′, K′, E′, P, Erde, P, E, Z, Z-Pol. Da jetzt beide Batterien gleichzeitig Ströme von gleicher Richtung liefern, so reicht die Gesammtstromstärke hin, um auf beiden Stationen durch die Zeigermagnete die Zeiger in gleichmäßigen Gang zu bringen.

Sobald eine der beiden Stationen eine Taste nieder-

drückt, hält der Zeiger auf dieser Station an dem dadurch eingeschobenen Stifte an und der Strom wird dann bleibend unterbrochen, weßhalb auch der Zeiger der entfernten Station auf demselben Felde stehen bleibt.

130. Wie ist im Wesentlichen die Einrichtung des Zeigertelegraphen von Drescher?

Bei dem Zeigertelegraphen von Drescher wird der Zeiger vor der Buchstabenscheibe unmittelbar durch die Wirkung eines Echappements auf ein Steigrad umgetrieben; ein Laufwerk schließt und unterbricht abwechselnd mittelst eines von ihm getriebenen Schließungsrades den Strom, dessen Wirkung auf einen Elektromagnet im Verein mit einer Abreißfeder das Echappement hin- und herbewegt. Das Laufrad treibt noch einen zweiten Zeiger hinter der Buchstabenscheibe; neben jedem Buchstaben dieser Scheibe befindet sich ein Knopf, welcher, wenn er eingedrückt wird, den zweiten Zeiger bei dem entsprechenden Buchstaben aufhält und so das Laufwerk arretirt.

Auf der telegraphirenden Station sind die Zeiger und das Uhrwerk in Bewegung, auf der empfangenden Station steht das Uhrwerk still und nur der vordere Zeiger läuft um.

131. Worin besteht in der Hauptsache die Einrichtung des Kramer'schen Zeigertelegraphen?

Der Zeigertelegraph von Kramer ist dem Wheatstone'schen Zeigerapparat mit Laufwerk ähnlich; allein der Strom, welcher nach der entfernten Station geht, bewegt dort nicht den Zeiger unmittelbar, sondern dient nur dazu, durch eine kleine und leicht zu erzeugende Bewegung eine zweite Batterie, Localbatterie genannt, abwechselnd zu öffnen und zu schließen, und es ist dies daher ein Zeigerapparat mit Uebertrager (Relais, vgl. Fr. 161). Diese Localbatterie nun bewegt erst den Zeiger und übt, da ihr Strom nur

wenig Widerstand zu überwinden hat, eine sehr kräftige Wirkung aus. Kramer nennt den von ihm angewandten Uebertrager das Pendel. Das Laufwerk treibt den Zeiger und bewirkt mittelst des auf der Achse des Steigrades sitzenden Schließungsrades das Schließen und Oeffnen der Telegraphirbatterie.

132. Welche Zeigertelegraphen construirte Bréguet?

Im Jahre 1845 ahmte Bréguet durch einen Zeigertelegraphen (den französischen Staatstelegraphen) den optischen Telegraphen von Chappe nach, damit die an letzterem verwendeten Telegraphisten gleich an dem neuen Telegraphen Dienst thun könnten. Der Zeichenempfänger (Recepteur) enthielt zwei Uhrwerke, deren jedes einen Zeiger sprungweise um je 45° fortbewegte, wenn das Echappement sich abwechselnd durch elektromagnetische Anziehung oder Federkraft bewegte. Dieser Telegraph erforderte zwei Leitungen. Der französische Eisenbahntelegraph von Bréguet (1849) telegraphirt sämmtliche Buchstaben. Unter der Buchstabenscheibe des Zeichengebers liegt eine mit der als Zeiger dienenden Kurbel fest verbundene Scheibe mit einer schlangenförmigen Furche, in welche ein Stift von einem metallenen Hebel hineinragt, so daß der um eine mit der Luftleitung verbundene metallene Achse drehbare Hebel, bei Umdrehung der Furchenscheibe mittelst der Kurbel, mit seinem federnden Ende zwischen zwei Stellschrauben hin und her geht und so die Batterie abwechselnd schließt und öffnet, da ein Pol derselben mit der Erde, der andere mit der einen Stellschraube verbunden ist.

133. Wodurch zeichnet sich Regnard's Zeigertelegraph aus?

Bei dem Zeigertelegraphen von Regnard geht der Zeiger (wie auch an dem 1848 erfundenen Zeiger-

telegraphen von Mapple) nach jedem Zeichen in die Ruhe- lage zurück, damit ein bei dem einen Zeichen etwa begangener Fehler sich nicht fortpflanze und so auch die noch nachfolgen- den Zeichen fehlerhaft mache; der Zeiger ist außerdem in eigenthümlicher Weise mit zwei Kurbeln verbunden und wird von diesen durch zwei Steigräder bewegt, deren jedes durch ein besonderes Uhrwerk getrieben wird; die Echappements der beiden Steigräder werden durch die Anker zweier Elektro- magnete bewegt, von denen der eine nur angezogen wird, wenn ein positiver, und der andere, wenn ein negativer Strom die Leitung durchfließt; der Zeiger beschreibt dabei keinen Kreis, sondern seine Spitze streicht über die in sieben Reihen auf einem Schirm stehenden Buchstaben hin; ein drittes Uhrwerk führt den Zeiger in die Ruhelage zurück.

134. Welche Einrichtung hat Stöhrer's Zeigerapparat?

Der Stöhrer'sche Zeigertelegraph arbeitet nicht mit Batterieströmen, sondern mit magneto-elektrischen In- ductionsströmen; daher wird der Zeiger nicht durch das abwechselnde Unterbrechen und Wiederherstellen des Stromes, sondern durch fortwährende Umkehrung desselben und durch den dadurch hervorgerufenen Polwechsel eines Elektromag- netes bewegt.

Der Telegraphist hat keine Tasten niederzudrücken, son- dern dreht einen Arm mit beliebiger Geschwindigkeit und in beliebiger Richtung auf das beabsichtigte Zeichen. Das die Umdrehung der magneto-elektrischen Rotationsmaschine be- sorgende Triebwerk mit Gewicht wird mittelst eines Schlüssels aufgezogen, durch Herausziehen eines als Bremse wirkenden Schiebers losgelassen und durch einen Centrifugalregulator in seiner Geschwindigkeit regulirt. Die Schenkel des Stahl- magnetes, vor welchem die Inductionsrollen sich drehen, sind durch eine Armatur geschlossen, wodurch der Magnetismus ungeschwächt erhalten wird. Die Rotationsmaschine liefert

bei jeder Umdrehung zwei entgegengesetzt gerichtete Ströme, welche in dem von ihnen umkreisten Elektromagneten bei jeder halben Umdrehung einen Polwechsel hervorbringen. In Fig. 71 stellen die punktirten Kreise m und m′ die Pole dieses Elektromagnetes vor. Zwischen denselben befindet sich ein Eisenlappen B, der mit dem Echappement oder Doppelhaken A fest auf der horizontalen Welle c sitzt. Der Pol N eines starken permanenten Stahlmagnetes macht den Lappen B stark magnetisch. Da sich nun die Pole m und m′ des Elektromagnetes bei jeder halben Umdrehung der Rotationsmaschine umkehren, so wird der Lappen B bald von m angezogen und von m′ abgestoßen, bald von m′ angezogen und von m abgestoßen. Dies bewirkt eine hin- und hergehende Bewegung des stählernen Doppelhakens A, welcher in die entsprechend gestalteten Zähne des Steigrades R eingreift und dasselbe stoßweise umdreht. Der auf der Achse des Rades R sitzende Zeiger rückt daher bei jeder halben Umdrehung der Rotationsmaschine um eins der auf der Zeigerscheibe vorhandenen 36 Felder vorwärts. Unter dem Zeiger ist ein um die Zeigerachse drehbarer Arm von Messing angebracht, welcher sich vor- und rückwärts auf ein beliebiges Zeichen stellen läßt. Dieser Führungsarm trägt einen Hebel, welcher vom Zeiger niedergedrückt wird, wenn letzterer über denselben zu stehen kommt. Der Strom muß von der Maschine aus durch den erwähnten Hebel laufen, ehe er zu den Drahtrollen des Elektromagnetes gelangt. So lange der Zeiger den Hebel niederhält, ist die Rotationsmaschine aus der Leitung ausgeschaltet und sendet selbst bei ihrer Um-

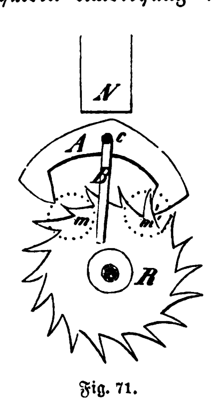


Fig. 71.

drehung keine Ströme durch die Apparate; dagegen ist der Elektromagnet zum Empfangen von Zeichen in die Leitung eingeschaltet. Wird der Führungsarm mit dem Hebel vom Zeiger auf irgend ein anderes Feld gestellt und die Bremse der Rotationsmaschine gelüftet, so gehen die abwechselnden Ströme durch die Leitung und bewegen die Zeiger sämmtlicher Apparate solange vorwärts, bis sie auf jenes Feld kommen, worauf sich der Führungsarm des telegraphirenden Apparates befindet. Hierdurch wird der Strom unterbrochen, und es bleiben sämmtliche Zeiger stehen, bis der Führungsarm des telegraphirenden Apparates wieder auf ein anderes Feld gestellt wird.

Im Ruhezustande steht der Führungsarm und Zeiger auf dem untersten leeren Felde der Zeichenscheibe. Will man telegraphiren, so löst man die Bremse, um die Rotationsmaschine in Gang zu bringen, dreht dann den Führungsarm auf dem kürzesten Wege vor- oder rückwärts auf ein Zeichen; der Zeiger, immer rechts umgehend, folgt sofort nach und bleibt auf dem Zeichen stehen, bis der Führungsarm weitergerückt wird, worauf der Zeiger wieder nachfolgt. Dasselbe thun die Zeiger aller in die Leitung eingeschalteten Apparate, in denen bei eingeschobener Bremse der Strom zwar nicht den Führungsarm, wohl aber die Spiralen des Elektromagnetes durchlaufen kann. Daher geht beim Zeichenempfangen der Zeiger über den Führungsarm hinweg, ohne von demselben angehalten zu werden.

Die Stöhrer'schen Zeigerapparate waren seit 1847 an sächsischen und bayerischen Eisenbahnen in Gebrauch, wurden aber in Sachsen durch Morse'sche Schreibapparate und in Bayern durch magneto-elektrische Zeigerapparate von Siemens und Halske ersetzt.

135. Wer hat noch Inductionszeigertelegraphen construirt?

Einen in England mehrfach benutzten, einfachen und

zuverlässigen Zeigertelegraphen für Magneto-Inductionsströme construirte Wheatstone.

Ziemliche Verbreitung erlangte ferner der sehr handliche Telegraph von Siemens und Halske; der Inductor enthält einen langen, von der Inductionsrolle umgebenen Eisencylinder zwischen den Schenkeln von 12 Paaren übereinanderliegender Stabmagnete. Wird die Kurbel über der Buchstabenscheibe gedreht, so überträgt ein Zahnrad und Getriebe die Drehung auf den Cylinder, und bei jeder halben Umdrehung desselben läuft ein Inductionsstrom durch die Inductionsrolle. Im Zeichenempfänger liegt der Elektromagnet zwischen zwei permanenten Hufeisenmagneten, welche den unmagnetischen drehbaren Kern des Elektromagnetes gleich stark anziehen, während der durch die wechselnden Inductionsströme magnetisirte Kern abwechselnd von dem ersten oder zweiten Hufeisen angezogen und gleichzeitig von dem anderen abgestoßen wird. Mit dem drehbaren Kern dreht sich zugleich ein daran befestigter Arm hin und her; dieser trägt an seinem Ende zwei Hakenfedern, welche abwechselnd auf das kleine Steigrad des Zeigers wirken und dasselbe schrittweise umdrehen.

Henley hat bei seinem Inductionszeigerapparat den Inductor dadurch auf einen sehr kleinen Raum beschränkt, daß er sowohl den Hufeisen-Stahlmagnet als die beiden zwischen den Schenkeln angebrachten Inductionsrollen festlegte, und nur eine kleine Messingscheibe mit zwei darauf befestigten halbkreisförmigen Eisenstücken vor den Rollen unmittelbar vor den Polen des Stahlmagnets hin und her dreht, wobei die vom Stahlmagnet magnetisirten Eisenstücke in den Rollen abwechselnd einen positiven und negativen Strom induciren, welche in den Empfangsapparaten den kleinen permanent-magnetischen Elektromagnet-Anker hin und her drehen, wobei eine auf der Ankerachse sitzende Gabel abwechselnd links und rechts in das Steigrad eingreift und

dasselbe nebst dem auf der Steigradachse sitzenden Zeiger umdreht.

Diesen Inductionszeigertelegraphen stehen die Zeigertelegraphen sehr nahe, in denen galvanische Ströme von wechselnder Richtung auf einen permanent magnetischen Anker wirken, von dem aus der Zeiger umgedreht wird. Solche Telegraphen construirten zuerst Glösener und Lippens, dann Bréguet und Digney.

Zwölftes Kapitel.

Die Typendrucktelegraphen.

136. Was ist ein Typendrucktelegraph?

Die Typen-, Lettern- oder Buchstaben-Drucktelegraphen drucken das Telegramm auf der Empfangsstation mit gewöhnlichen Buchstaben farbig auf Papier. Ihre Handhabung ist eben so einfach als die der Zeigertelegraphen, ihr Gang eben so langsam, ihre Einrichtung noch künstlicher und ihre Zuverlässigkeit noch geringer. Daher sind sie in Europa bisher nur vorübergehend in Gebrauch gewesen; in Nordamerika hat sich frühzeitig der Telegraph von House sehr ausgebreitet. In neuester Zeit aber macht der sehr sinnreiche Apparat des Amerikaners Hughes durch seine Schnelligkeit (150 Buchstaben = 25 Wörter in 1 Minute) und Zuverlässigkeit dem Morse'schen Telegraphen den Weltverkehr streitig. Auch die letzte internationale Telegraphenconferenz (zu Wien 1868) hat ihn für die Correspondenz auf langen Linien neben dem Morse-schen anzuwenden beschlossen.

Der Typendrucktelegraph wurde 1837 von dem Nordamerikaner Alfred Vail erfunden; etwa gleichzeitig oder doch nicht viel später machte Wheatstone wahrscheinlich unabhängig dieselbe Erfindung, brauchte jedoch 2 oder 3 Leitungsdrähte. Auch Fardely in Mannheim verwandelte seinen Zeigertelegraphen in einen Typendrucktelegraphen, wel-

cher 1844 auf der Taunusbahn in Anwendung kam. Seitdem sind von Amerikanern, Engländern, Franzosen viele Abänderungen und Verbesserungen vorgeschlagen worden.

137. Welche Hauptverrichtungen und Theile hat ein Typendrucktelegraph?

In jedem Typendrucktelegraphen müssen nach einander vier Verrichtungen vollzogen werden: es muß der zu telegraphirende Buchstabe oder die Type an die Stelle gebracht (eingestellt) werden, wo er auf das Papier aufgedruckt werden soll, dort erfolgt das Aufdrucken und nach diesem wird das bedruckte Papier ein Stück fortgerückt, endlich müssen die Typen regelmäßig mit Druckfarbe versehen werden. Die Typen befinden sich ohne Ausnahme am Umfange einer Scheibe (Typenrad) oder auf mehreren Typenrädern (Mouilleron und Gossain), oder auf einer breiten Letternwalze (Schreber in Wien, 1862), und gelangen bei deren Umdrehung an den Ort, wo das Aufdrucken erfolgt; beim Umdrehen der Scheibe streifen die Typen an eine Schwärzwalze und werden so mit Farbe versehen; das ruckweise Fortrücken des Papierstreifens vermittelt gewöhnlich der Druckapparat bei seinem Rückgange; das Einstellen des Typenrades und das Aufdrucken besorgt der elektrische Strom, zum Theil unter Mitwirkung von Uhrwerken. Das Einstellen ist in ganz ähnlicher Weise auch bei den Zeigertelegraphen nöthig; mehrere Typendrucktelegraphen, z. B. die von Siemens und von Digney, sind aus Zeigertelegraphen hervorgegangen.

138. Welche Hauptarten von Typendrucktelegraphen giebt es?

Bezüglich des Einstellens der Typen lassen sich drei Arten Typendrucktelegraphen unterscheiden:

1) Bei der ersten Classe sind zwei gleichgehende Uhrwerke vorhanden, von denen das eine auf der gebenden

Station etwa einen Zeiger auf einer Buchstabenscheibe, das andere auf der Empfangsstation das Typenrad gleichmäßig fortbewegt. Von der Erhaltung des übereinstimmenden Ganges der beiden Uhrwerke hängt die Zuverlässigkeit des Telegraphirens ab. Vail und Bain in Edinburg (1840) lassen die Uhrwerke gleichzeitig durch Unterbrechung eines elektrischen Stromes los und arretiren sie nach dem Einstellen durch Herstellung des Stromes. Theiler läßt sie durch einen kurzen Strom los und arretirt sie durch einen zweiten. Donnier bewirkt das Einstellen während der Dauer eines Stromes und das Aufdrucken bei dessen Unterbrechung. Desgoffe regulirt den Gang der Uhrwerke durch den Strom selbst.

2) Bei der zweiten Classe regulirt die Wirkung elektrischer Ströme auf ein Echappement den Gang der einstellenden beiden beliebigen Uhrwerke. Nach dem Einstellen bewirken Du Moncel in Paris (1853), Digney in Paris (1858) und Mouilleron und Gossain das Aufdrucken durch einen Strom von entgegengesetzter Richtung; Freitel durch einen gleichgerichteten stärkeren, Guyot d'Arlincourt durch einen länger dauernden Strom. Royal E. House (1846), Jac. Brett (1845), Bain lassen durch eine besondere Ausrückvorrichtung den Druckapparat erst dann in Thätigkeit treten, wenn das Typenrad stillsteht.

3) Bei der dritten Classe bewegen abwechselnd hergestellte und unterbrochene Ströme unmittelbar ein Echappement und durch dieses (also ohne Uhrwerke) das Typenrad. Das Aufdrucken besorgt ein fallender Hammer bei einer längeren Unterbrechung des Stromes (Mos. Poole in London 1846, Siemens und Halske 1852, Bréguet, Joly) oder bei einem entgegengesetzten Strome (Hearder 1846). Giordano stellte durch Ströme von wechselnder Richtung ein und druckte durch einen stärkeren

Strom. Quéval ließ durch Ströme der einen Art das Typenrad drehen, durch Ströme der anderen Art aufdrucken.

Das zu bedruckende Papier war bei den älteren Typendrucktelegraphen als Blatt um einen sich drehenden Cylinder gelegt und wurde mit dem Telegramm in Schraubenlinien bedruckt. Die Telegraphen von Freitel, Hearder, Schreder drucken das Telegramm in unter einander gesetzten Zeilen auf ein Blatt. Jetzt bedient man sich gewöhnlich eines schmalen Papierstreifens, auf dem das Telegramm nur eine Zeile bildet; steckt man dabei zwei Typenräder neben einander auf eine gemeinschaftliche Achse, so kann man das Telegramm gleichzeitig doppelt aufdrucken und dann den Streifen auseinanderschneiden.

Im Nachfolgenden möge blos der Typendrucktelegraph von Hughes in seiner jetzigen Einrichtung abgebildet und beschrieben werden. (Vergl. das Vorwort.)

139. Welches sind die Haupttheile des Telegraphen von Hughes?

Der Typendrucktelegraph (Fig. 72, S. 162), welchen sich der Prof. der Physik in New-York, David Edward Hughes aus Louisville, zuerst 1855 in Frankreich patentiren ließ und seitdem vielfach verbessert hat, enthält jetzt folgende Haupttheile:

1) Das Laufwerk wird von dem an der Kettenrolle K_2 hängenden Gewicht (100 Pfd.) getrieben; die Kette ohne Ende liegt über den Rollen K_3 und K_1, läuft von K_1 über K_5 und K_6 und bildet zwischen K_3 und K_6 eine Schleife, welche das kleinere Gewicht an der Rolle K_4 spannt. Das Aufziehen besorgt ein Fußtritt an der Stange F_2; die an dieser Stange befestigte, in eine Feder F_1 endende Kette liegt über einem Kettenrade hinter K_6 und dreht K_6 beim Niedergehen des Fußtrittes, während bei dem durch die Feder F_1 bewirkten Rückgange von F_2 ein in K_6 einfallender Sperr-

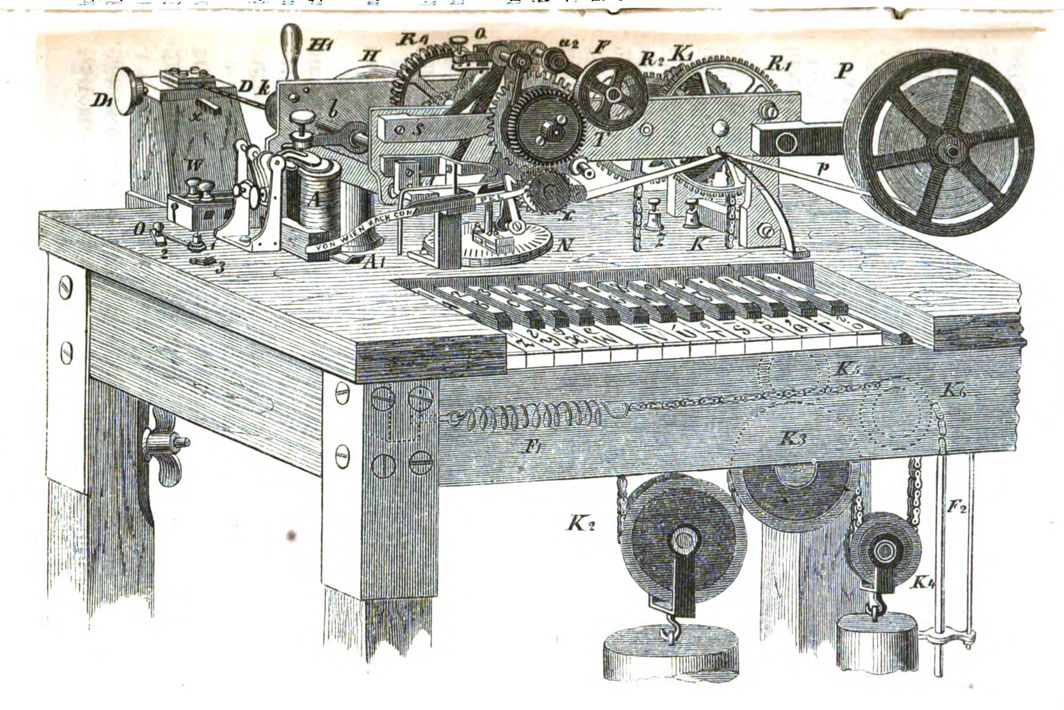

D1
Dk
H1
H
R4
a2
F
R2
K1
R1
P
b
S
T
p
W
A
A1
N
K
F1
K3
K5
K6
K2
K4
F2
VON WIEN NACH CON

Fig. 72.

kegel den gleichzeitigen Rückgang von K_6 verhütet. Das Räderwerk enthält 4 Räder R_1, R_2, R_3 und R_4, welche in 4 Getriebe eingreifen. R_1 sitzt auf derselben Achse mit K_1. Das vierte Rad R_4 greift in das vierte Getriebe, welches auf der Achse des Schwungrades H sitzt und durch eine Kurbel

2) den Regulator in Bewegung setzt. Mittelst des Hebels H_1 läßt sich das Schwungrad bremsen, bis der Apparat stillsteht. Durch eine Kuppelung steht die Schwungradachse mit der nach der Vorderseite des Apparats laufenden

3) Druckachse in Verbindung, welche erst in Bewegung kommt, wenn

4) der Elektromagnet A von einem Strome durchlaufen wird und durch den um die Achse b drehbaren Hebel die Sperrung der Druckachse beseitigt.

5) Das Typenrad T, dessen Typen von der um a_2 drehbaren Schwärzwalze F stetig mit Farbe versehen werden, sitzt auf der Welle des vierten Rades R_4 und des dritten Getriebes; ein auf derselben Welle sitzendes Kegelrad überträgt die Bewegung ohne Uebersetzung auf die senkrecht stehende Achse B

6) des Schlittens, welcher über dem Stiftgehäuse N umläuft und einen Strom in die Leitung sendet, so oft er über einen Contactstift hingleitet, welcher durch Niederdrücken der zugehörigen Taste

7) der Claviatur mit 28 abwechselnd weißen und schwarzen Tasten gehoben worden ist.

140. Welche Einrichtung hat der Regulator?

Außerhalb des Gestells ist auf der Achse L_1 (Fig. 73, S. 164) des Schwungrades H eine Kurbel u_1 mittelst einer Schraube befestigt; am anderen Ende der Kurbel u_1 liegt die Achse des Hebels u_2, auf welcher das Excentric c sitzt; bei Drehung des Hebels u_2 wirkt das Excentric c auf den Ring c_1, welcher an der bei f_3 an die Kurbel u_1 angeschraubten starken

Feder f_1 befestigt ist, und drückt dadurch die am freien Ende von f_1 befindliche Bremse f_2 gegen die Innenwand des

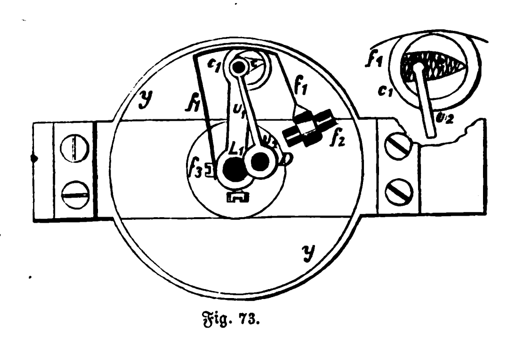


Fig. 73.

metallenen, unten in ein Oelgefäß eintauchenden Bremsringes y an. Das Excentric c und der Ring c_1 ist in Fig. 73 nochmals in natürlicher Größe abgebildet; alle übrigen Details sind in halber natürlicher Größe. In die Oese am freien Ende des Hebels u_2 legt sich die $10^1/_2$ Zoll lange, verjüngt zulaufende Nadel D (Fig. 72) aus Aluminium-Bronze (90 Th. Kupfer und 10 Th. Aluminium); das stärkere Ende der Nadel ist an einem besonderen Träger der Tischplatte zwischen zwei Metallplatten befestigt. Die 12 Loth schwere Messingkugel k steckt federnd auf der Nadel und ist an einem Stahldrahte angeschraubt, der in einigen Windungen lose die Nadel umgiebt, parallel mit ihr in einer kleinen Rinne zwischen den Befestigungsplatten der Nadel durchläuft und am Ende einer Zahnstange x befestigt ist, mit dieser durch ein Getriebe von der Scheibe D_1 aus verstellt werden kann und dabei die Kugel k auf der Nadel D verschiebt. Kommt der Apparat in Bewegung, so beschreibt die Nadel die Oberfläche eines Kegels; die eigentlichen Schwingungen der Nadel beginnen aber erst, wenn der Apparat seine Normal-

geschwindigkeit (700 Umdrehungen in 1 Min.) erreicht hat. Die Centrifugalkraft der Kugel entfernt dann den Bremshebel u_2 von der Kurbel u_1 und drückt die Bremse gegen den Bremsring y. Das Ende der Nadel D soll in einem Kreise von 3 Centimetern Durchmesser schwingen; bei größeren Kreisen könnte die Nadel brechen. Die Dauer der isochronen Schwingungen der Nadel wächst mit der Entfernung der Kugel k von der Befestigungsstelle der Nadel. Man stellt die Kugel gewöhnlich so, daß der Schlitten und das Typenrad 110—120 Umdrehungen in 1 Min. macht; bei 120 Umdrehungen macht die Nadel 840 Schwingungen in 1 Min. Der gewundene Stahldraht bewirkt, daß die Nadel nicht blos an der Befestigungsstelle, sondern an mehreren Punkten beansprucht wird. Während die Druckachse arbeitet, wird mehr Kraft verbraucht und die Nadel schwingt in einem kleineren Kreise; steht die Druckachse still, so sammelt das Schwungrad den Kraftüberschuß auf, bis die Bremse zur Wirkung gelangt.

141. Wie ist der Elektromagnet angeordnet?

Die beiden Kerne in den Elektromagnetrollen A (Fig. 74, S. 167) stehen auf den Polen eines kräftigen Hufeisen-Stahlmagnetes, werden deßhalb selbst magnetisch und halten für gewöhnlich den am Hebel a sitzenden Anker aus weichem Eisen fest, während zwei Federn den um die Achse d drehbaren Hebel a mit dem Anker von den Kernen loszureißen streben; die Spannung der Federn wird durch Stellschrauben so regulirt, daß sie den Anker losreißen, sowie die Anziehung der Kerne (durch einen A durchlaufenden kurzen elektrischen Strom) geschwächt wird. Der losgerissene Anker schlägt gegen das Ende b_1 des um die Achse b drehbaren Hebels b_1 b_2, dessen vorderes Ende b_2 dann niedergeht und die Kuppelung der Druckachse L_2 mit der Schwungradachse L_1 veranlaßt. Eine Lamelle A_1 (Fig. 72) aus weichem Eisen

(die Armatur) wird an die Pole des constanten Magnets angelegt, um den von diesem in den Kernen erregten Magnetismus zu reguliren; man schiebt sie vorwärts oder rückwärts, jenachdem der Magnetismus zu stark oder zu schwach ist. Von den zwei Abreißfedern soll die hintere und sehr kräftige (die fixe) für sich allein den Ankerhebel ausreichend kräftig gegen den Auslöshebel b_1 b_2 zu schnellen vermögen; die vordere (variabele) wird der Stärke der Elektromagnet-Anziehung und der Stromstärke entsprechend verstellt, während die erstere, einmal regulirt, nicht weiter verstellt wird. Durch Vorschieben der Armatur, Auflegen von dickerem Papier auf die Polflächen und stärkere Spannung der variabeln Feder kann man die Federwirkung und die Anziehung des Elektromagnets nahezu gleich und dadurch den Apparat ungemein empfindlich machen und demnach mit schwachen Strömen arbeiten. Die Schraube am Hebelende b_1 darf in der Ruhelage den Anker nicht berühren, weil dieser mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen jene Schraube treffen muß, und weil sonst eine Nebenschließung den Strom außerhalb der Rollen A herum führen würde. Die kleine Feder auf dem Ankerhebel a verhütet, daß in diesem durch die Schraube bei b_1 allmälig eine Vertiefung entsteht.

142. Wie wird die Druckachse eingerückt?

Am Ende der Schwungradachse L_1 (Fig. 74) sitzt das Sperrrad s und ihm dicht gegenüber an der Druckachse L_2 die Echappementplatte A_1 A_2, welche an der dem Sperrrade s zugekehrten Seite bei A_1 einen Sperrkegel x trägt. Dieser Sperrkegel x ist um die Schraube x_1 beweglich und wird durch die an A_2 festgeschraubte Feder h_1 in die Zähne des Sperrrades s eingedrückt, sobald dies überhaupt geschehen kann, und dann nimmt das sich stetig umdrehende Rad s durch den Sperrkegel x die Platte A_1 A_2 und deßhalb auch

die Druckachse mit. Nach Vollendung einer Umdrehung soll aber der Sperrkegel x ausgehoben werden, damit die Druckachse stehen bleibe. Dazu hat der Sperrkegel x einen keilförmigen Ansatz x_2, der seine Schneide nach unten kehrt; ferner sitzt an dem Gestelltheile n, in welchen die Schwungradachse L_1 eingelagert ist, hinter dem Sperrrade s ein stählernes Prisma c mit aufwärtsgerichteter Schneide. Ver-

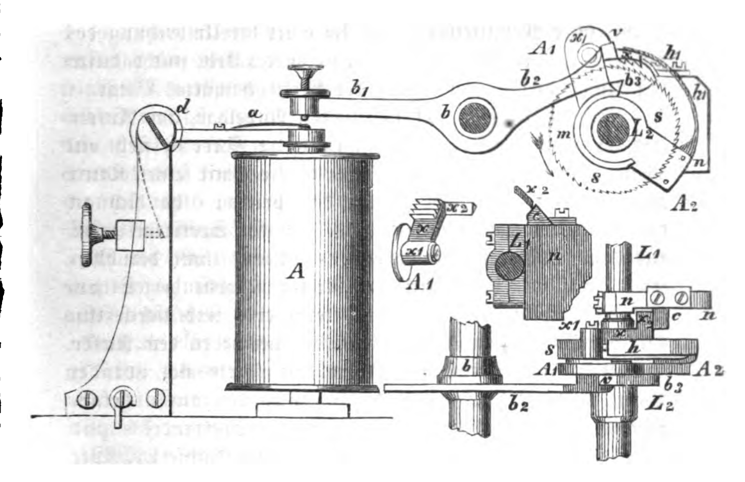


Fig. 74.

möge seiner durch die Umdrehung erlangten Geschwindigkeit steigt der Keil x_2 fast am Ende der Umdrehung der Platte A_1 A_2 auf der schiefen Ebene des Prismas c in die Höhe, überschreitet die Schneide desselben ein wenig, und dadurch wird der Sperrkegel x_2 aus den Zähnen des Sperrrades s herausgehoben. In dieser Lage muß nun der Sperrkegel x festgehalten werden und darf erst, wenn wieder ein Strom den Elektromagnet umkreist, auf der zweiten schiefen Ebene

des Prismas c herabgleiten und sich wieder in die Zähne des Sperrrades einlegen. Dazu ist an dem Flügel A_1 an der vorderen Seite ein rechtwinkeliges Prisma v angebracht, welches bei der Drehung der Platte A_1 A_2 auf dem gekrümmten Ende b_3 des Hebels b_1 b_2 emporsteigt und endlich an einen kleinen Vorsprung dieses Hebels anstößt, wodurch die Platte A_1 A_2 aufgehalten wird und x_2 auf c liegen bleibt.

An der Vorderseite der Platte A_1 A_2 sitzt endlich noch ein excentrischer Metallreifen m, welcher bei der Umdrehung der Platte A_1 A_2 den Auslöshebel b_1 b_2 wieder hebt und dadurch den Anker wieder an die Pole des Elektromagnetes A legt.

Fig. 74 zeigt die Theile in der Ruhelage, im Aufriß und im Grundriß. Die Stellschraube am Ende b_1 steht ein wenig über dem Anker; das Ende b_3 liegt mit seiner Kante neben dem Ende des Reifens m; das Prisma v hat sich an den Vorsprung am Hebel b_2 angelegt, der Sperrkegel x ist aus dem Sperrrad s ausgehoben und ruht mit dem Ansatz x_2 auf c. Ein durch die Rollen A gehender Strom bewirkt, daß die Federn den Ankerhebel a und durch ihn das Hebelende b_1 emporschnellen; b_3 sinkt neben dem Reifen m nieder, das Prisma v wird frei und dreht sich mit der Platte A_1 A_2, dabei drückt die Feder h_1 den auf c herabgleitenden Sperrkegel x in die Zähne des Sperrrades s und kuppelt die Druckachse L_2 mit der Schwungradachse L_1. Wie diese beiden Achsen in einander stecken, zeigt Fig. 75.

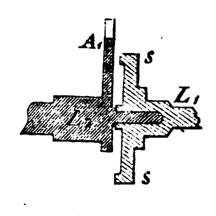


Fig. 75.

Damit der Hebel b_1 b_2 nicht durch das anstoßende Prisma v in Schwingungen versetzt wird und dabei unversehens dieses Prisma an dem dasselbe aufhaltenden Vorsprung vorübergeht, läßt Hughes eine breite, auf dem Gestell befestigte Feder auf einen kleinen Seitenarm an der Achse b so

wirken, daß sie das Ende b_2 hebt. Außerdem begrenzt ein rechtwinkelig gebogener Arm die Abwärts-Bewegung des Hebelendes b_2.

143. Wie werden die Buchstaben aufgedruckt?

An der Druckachse L_2 sitzen, wie Fig. 76 zeigt, außerhalb des Gestells noch 4 verschieden geformte Daumen y, x, z und u. Die beiden ersteren besorgen das Aufdrucken

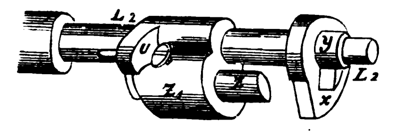


Fig. 76. (Natürliche Größe.)

und das Fortrücken des Papierstreifens p (Fig. 72), welcher von der Rolle P durch eine Führungsgabel über die Rollen n_1 und n_2 (Fig. 77) nach dem Druckcylinder X läuft. Die Achse dieses leichten Cylinders sitzt an dem Hebel $n\,n_1$, dessen Drehachse in n_1 liegt. Der Hebel $n\,n_1$ endet vorn in eine Gabel, deren oberer Theil schnabelförmig gekrümmt ist. Wenn sich die Druckachse L_2 dreht, trifft der erste an ihr sitzende, vorn scharf zulaufende Daumen y gegen den Schnabel und schnellt den Hebel $n\,n_1$ mit dem Druckcylinder X gegen das Typenrad T und bewirkt dadurch (in etwa $^1/_{260}$ Secunde) den Abdruck des eingestellten Buchstabens. Nach dem Abdruck fällt der Cylinder X durch sein Gewicht wieder herab. Das Papier wird durch zwei Messingstreifen, auf welche die Feder r wirkt, gegen den Druckcylinder angepreßt, während zwei Reihen kleiner Zähne an den Rändern des Cylinders ein Gleiten des Papiers verhüten. Auf der hinteren Fläche des Cylinders X ist ein Sperrrad X_1 befestigt, in dessen Zähne der Haken h eingreift, welcher auf einem zweiten, ebenfalls um n_1 drehbaren Hebel $n_3\,n_1$ angebracht ist. Dieser

Hebel wird durch eine an der Gestellwand befestigte Feder stets nach oben gedrückt, während der Haken h um eine Achse m, welche an einem Arme des Hebels n_3 n_1 sitzt, drehbar ist und durch eine Spiralfeder stets an das Sperrrad X_1 herangezogen wird. Die Nase am vorderen Ende des

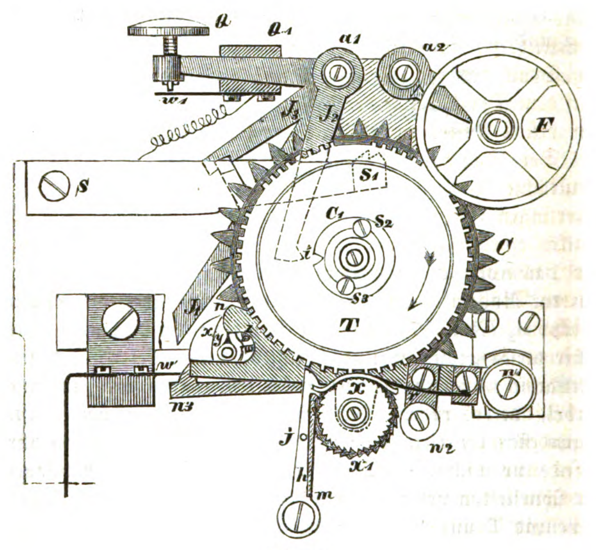


Fig. 77.

Hebels n_3 n_1 legt sich in der Ruhelage an den flachen Theil des Daumens x an; dreht sich dieser Daumen, so drückt er den Hebel n_3 n_1 und mit ihm den Haken h abwärts, wobei letzterer das Sperrrad X_1 um einen Zahn dreht und der Papierstreifen auf dem sich mitdrehenden Cylinder X ein Stück fortrückt. Der Streifen p bewegt sich mit derselben Geschwindigkeit und in derselben Richtung wie das Typen-

rad T, damit sich die aufgedruckten Buchstaben nicht verwischen. Setzt der Daumen x seine Drehung fort, so wird der Hebel $n_3 n_1$ durch die Feder wieder gehoben, und der Hebel h greift in einen der folgenden Sperrrad-Zähne.

Nach vollendeter Umdrehung der Druckachse legt sich der Hebel $n_3 n_1$ mit seiner Nase an die ebene Fläche des Daumens x und strebt die Achse zu drehen; sobald daher das Hebelende b_2 sich senkt und das Prisma v frei wird, giebt der Druck des Hebels $n_3 n_1$ gegen den Daumen x zugleich mit dem Druck der Feder b_1 auf das Prisma c (Fig. 74) den ersten Anstoß zur Umdrehung der Druckachse.

Der stählerne Correctionsdaumen z an der Druckachse hat zunächst die Aufgabe, die kleinen Verzögerungen, welche das Typenrad beim jedesmaligen Aufdrucken eines Buchstabens erleidet (während des Aufdruckens wird nämlich die Typenradachse nicht arretirt) und die kleinen Differenzen im Gange der beiden Uhrwerke auszugleichen. Dieser Daumen liegt in der Ruhelage an der isolirten Feder w an und kommt bei der Umdrehung der Druckachse zuerst zur Wirkung; er legt sich nämlich zwischen zwei Zähne des auf der Achse des Typenrades T hinter diesem liegenden stählernen Correctionsrades C ein, schiebt dieses und das mit ihm verbundene Typenrad nach Bedarf ein klein wenig vor oder zurück, so daß der eingestellte Buchstabe dem Druckcylinder genau gegenübergestellt wird. Wie dies möglich ist, wird in Fr. 144 gezeigt werden. Der Correctionsdaumen z ist übrigens mittelst einer Schraube in der Verstärkung z_1 der Druckachse befestigt, damit er leicht ausgewechselt werden kann, da er einer starken Abnutzung ausgesetzt ist.

Der vierte Daumen u an der Druckachse L_2 endlich soll das Typenrad T, wenn es arretirt wurde, wieder in Bewegung setzen, indem der aus der Rückfläche des Daumens u vorstehende Stift gegen den Arm J_1 des Hebels $Q a_1$ stößt,

das ganze Hebelsystem um seine Achse a_1 dreht und den Arm J_2 aus der Kerbe i in der hohlen Achse des Correctionsrades C aushebt, während der Arm J_3 die elastische Schiene SS_1 in ihre Ruhelage zurückgehen läßt, so daß ein Sperrkegel e am Correctionsrade in die Zähne des gleich zu erwähnenden Frictionsrades G einfällt und bewirkt, daß Correctionsrad und Typenrad an der Umdrehung ihrer Achse D_2 theilnehmen.

Von diesen vier Daumen kommt bei der Umdrehung der Druckachse zuerst z, dann y, dann x und zuletzt, falls das Typenrad arretirt war, u zur Wirkung.

144. Welche Einrichtung und Bestimmung hat die Typenradachse?

Auf der massiven stählernen Achse D_2 ist außerhalb des Gestells zunächst das F r i c t i o n s r a d G mittelst der Schraube s_1 befestigt, an ihrem Ende aber sind zwei über einander liegende hohle Achsen aufgesteckt, von denen die innere, messingene T_1 das stählerne Typenrad T, die äußere C_1 das Correctionsrad C trägt. Fig. 78 (S. 173) zeigt die Seitenansicht, Fig. 79 die Rückansicht und Fig. 80 einen Durchschnitt dieser Theile. T und T_1 sind durch zwei Schrauben s_2 und s_3 verbunden. Das durch s_4 aufgeschraubte Messingblättchen verhütet ein Abrutschen der beiden hohlen Achsen. Die Achse T_1 ragt über das Correctionsrad C hinaus und trägt an seinem Ende einen Arm l, dessen Ende in einen kleinen Ausschnitt einer breiten Stahlplatte $X_2 X_3$ eingreift, welche als zweiarmiger Hebel sich etwas streng um die Schraube s_5 drehen kann, in ihrer jedesmaligen Lage aber durch die Sperrklinke k erhalten wird; in Folge dieser Verbindung muß das Typenrad T an der Bewegung des Correctionsrades theilnehmen.

Auf der dem Frictionsrade G zugekehrten Fläche des Correctionsrades C ist mittelst der Schraube Y ein breiter dreizahniger Sperrkegel e befestigt, welchen die bei z be-

festigte Feder e_2 beständig gegen die Zähne des Frictions- rades G andrückt, so daß dann das Rad G seine Bewegung dem Corrections- und Typenrade mittheilt. Wird aber der am Sperrkegel e befindliche, 2 Linien lange Stift e_1 nach außen gedrückt, so hebt er sich aus den Zähnen des Frictionsrades, und dieses bewegt sich allein. Das Frictionsrad G besteht aus einem breiten Stahlringe, welcher zwischen der durch die Schraube s_1 auf D_2 befestigten Messingnabe G_1 und einer auf diese aufgeschraubten Messingscheibe derart befestigt ist, daß er zwar die Bewegung der Achse D_2 mittelst des Sperrkegels e auf C und T übertragen kann, daß aber auch umgekehrt das Correctionsrad ihn ein wenig drehen kann, wenn nämlich das Correctionsrad selbst durch den Correctionsdaumen z rückwärts gedreht werden soll; sucht dagegen dieser Daumen das Rad C vorwärts zu drehen,

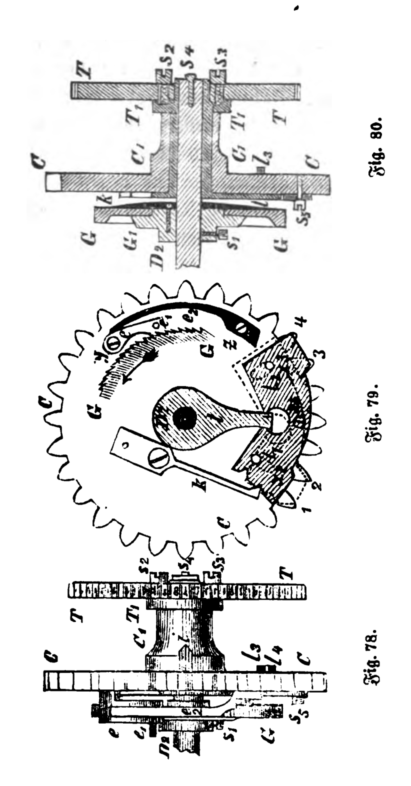


Fig. 80.

Fig. 79.

Fig. 78.

so gleitet dabei einfach der Sperrkegel e über die Zähne des Sperrrades G.

An der Platte $X_2 X_3$ sind noch zwei Vorsprünge, von denen der erste bei 3 4 oder der zweite bei 1 2 (Fig. 79) über die Zähne des Correctionsrades vorsteht, während gleichzeitig der andere unter den Radboden zurücktritt. Wirkt der Correctionsdaumen z auf den vorstehenden Vorsprung, so schiebt er ihn gegen den Radboden zurück, dreht dabei die Platte $X_2 X_3$ um s_5, den Arm e und das Typenrad T aber um $^1/_{56}$ seines Umfanges gegen das Correctionsrad vor oder zurück.

145. Wie werden die Ziffern aufgedruckt?

Der Umfang des Typenrades T ist in 56 Theile getheilt und an den geraden Theilpunkten mit den (26) Buchstaben-, an den ungeraden mit den Ziffern-Typen besetzt, so daß stets 1 Buchstabe und 1 Ziffer oder Unterscheidungszeichen mit einander abwechseln; zwei Doppel-Felder aber sind ganz leer gelassen. Das Correctionsrad C hat nur 28 Zähne. Ist das erste leere Feld dem Druckcylinder X gegenüber eingestellt, so legt sich, wenn die Druckachse ausgelöst wird, der Correctionsdaumen z zwischen die beiden Zähne 1 und 2 (Fig. 79) des Correctionsrades, bringt die Platte $X_2 X_3$ in die ausgezeichnete Stellung und stellt dadurch das Typenrad so, daß es Buchstaben druckt. Wird dagegen die Druckachse ausgelöst, während das zweite leere Feld eingestellt ist, so legt sich der Daumen z zwischen die Zähne 3 und 4, schiebt die Platte $X_2 X_3$ in die punktirte Lage und verschiebt dabei das Typenrad um $^1/_{56}$ Umdrehung, so daß es fortan Ziffern druckt.

Da beim Uebergang vom Drucken der Ziffern zum Drucken der Buchstaben und umgekehrt ein Abdruck in einem leeren Felde erfolgt, so wird dabei auch stets der Papierstreifen verschoben. Sollen aber Buchstabe und Ziffer durch keinen Zwischenraum getrennt erscheinen, so braucht man

blos den Haken h am Eingreifen in das Sperrrad X_1 zu hindern. Zu diesem Behufe hat das Correctionsrad C den Zahnlücken 1 2 und 3 4 gegenüber (Fig. 79) zwei längliche schmale Ausschnitte l_1 und l_2, durch welche die auf $X_2 X_3$ befindlichen Stifte l_3 und l_4 hindurchgreifen, so daß sie (Fig. 78) noch etwa 1 Linie über die Stirnfläche des Rades C vorragen; in den Ausschnitten können sich die Stifte frei bewegen, da die Mittelpunkte der Ausschnittbögen in der Drehachse s_5 liegen. Bei Verstellung der Platte $X_2 X_3$ in die punktirte Lage gehen die Stifte an die entgegengesetzten Enden der Ausschnitte, diese Bewegung und die entsprechende Rückbewegung dauert so lange als die Einwirkung des Daumens z auf die Platte $X_2 X_3$.

Ferner ist auf den Gestelltheil A (Fig. 81), in welchem

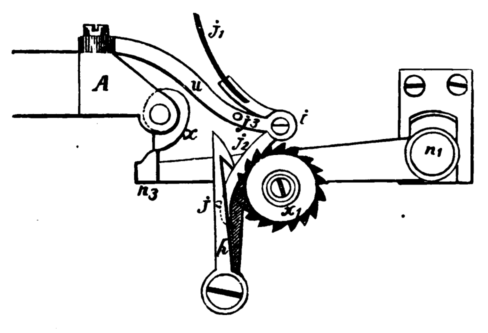


Fig. 81.

die Druckachse eingelagert ist, ein Arm u aufgeschraubt, welcher den um i drehbaren zweiarmigen Hebel $j_1 j_2$ trägt; in der Ruhelage legt sich der Arm j_1 auf den an u sitzenden Stift j_3 auf. Das in den Arm j_1 eingelegte, 3 Linien breite und 8 Linien lange, krumme Schaufelchen reicht bis an die Fläche des Correctionsrades hinan und liegt in seiner Ruhe=

lage mit diesem concentrisch. Wird der Hebel j_1 j_2 in die in Fig. 81 abgebildete Lage gedreht, so wirkt der Arm j_2 auf einen Stift j am Haken h und schiebt letzteren so weit zur Seite, daß er beim Niedergang des Hebels n_3 n_1 nicht in die Zähne von X_1 eingreifen, also auch den Papierstreifen p nicht verschieben kann.

Wird nun bei Einstellung eines leeren Feldes die Druckachse in Umdrehung versetzt, ohne daß der Correctionsdaumen z die Platte X_2 X_3 zu verschieben braucht, so geht die Schaufel j_1 einfach zwischen den beiden Stiften l_3 und l_4 durch und bleibt dabei in ihrer Ruhelage, der Haken h verschiebt also den Papierstreifen; muß aber während dieser Umdrehung der Druckachse der Daumen z die Platte X_2 X_3 verschieben, so erfaßt einer der sich jetzt bewegenden Stifte l_3 oder l_4 die Schaufel j_1, bringt sie in die in Fig. 81 abgebildete Lage, so daß dann h den Papierstreifen nicht verschieben kann. Will man also beim Uebergang von Buchstaben zu Ziffern und umgekehrt einen leeren Zwischenraum auf dem Papierstreifen hervorbringen, so muß man nach der betreffenden Verstellung des Typenrades noch einen zweiten Umgang der Druckachse an demselben leeren Felde veranlassen. Will man ohne jenen Uebergang zwei auf einander folgende Zeichen durch einen Zwischenraum trennen, so muß man die Druckachse einen Umgang gegenüber demjenigen leeren Felde machen lassen, bei welchem eben eine Verschiebung der Platte nicht eintritt.

146. Wie wird das Typenrad arretirt?

Das Typenrad läßt sich ohne jede Störung des Ganges des Apparates, sowohl beim Beginn der Correspondenz, als auch später, wenn seine Uebereinstimmung mit dem Schlitten gestört wurde, auf das erste leere Feld einstellen. Dazu dient der Hebel Qa_1 mit seinen drei Armen J_1, J_2 und J_3 (Fig. 77). Dreht sich beim Niederdrücken des Knopfes Q

der Hebel um seine Achse a_1, so tritt der Arm J_3 weiter in den Zwischenraum zwischen der Gestellwand und der Messinglamelle SS_1, trifft auf ein kleines Keilstück und entfernt die elastische Lamelle von der Gestellwand, so daß das Ende S_1 jetzt den Stift e_1 am Sperrkegel e (Fig. 78) fängt, an seiner schiefen Fläche hinaufgleiten läßt und endlich in der oben befindlichen Vertiefung festhält. Gleichzeitig legt sich der Arm J_2 auf die Nabe C_1 und fällt als zweite Aufhaltung des Corrections- und Typenrades in die Kerbe i ein. Das Frictionsrad bewegt sich, da der Kegel e ausgehoben ist, allein, während die beiden anderen Räder in ihrer Normallage festgehalten werden, bis der Hebel Qa_1 in seine frühere Lage zurückgebracht wird. (Vergl. Fr. 143.)

Das arretirte Typenrad muß in dem Moment wieder in Bewegung gesetzt werden, in welchem der Schlitten (Contact machend) über den zum ersten leeren Felde gehörenden Contactstift hinweggeht; man muß also die zu diesem Stifte gehörige Taste niederdrücken. Damit kein fremder Strom die Arretirung störe, ist am Hebelarm Qa_1 ein Kautschukstück Q_1 und an diesem eine Feder w_1 angebracht, welche durch einen spiralförmig gewundenen Draht mit dem Leitungsdrahte verbunden ist. Beim Niederdrücken des Elfenbeinknopfs Q tritt ein bisher durch eine Feder von w_1 entfernt gehaltener Metallstift aus dem Arm Qa_1 weiter hervor bis auf die Feder w_1 und setzt diese sammt der Leitung mit Qa_1, dem ganzen Apparatgestell und der Erde in Verbindung, so daß ein aus der Leitung kommender Strom größtentheils nicht durch den Elektromagnet, sondern auf diesem kürzeren Wege zur Erde geht.

147. Welche Einrichtung und Bestimmung hat der Schlitten?

Die Achse des in Fig. 82 und 83 im Schnitt und Grundriß abgebildeten Schlittens besteht aus zwei durch eine Kautschukplatte i gegen einander isolirten Theilen B und m.

Eine auf dem oberen Ende von B schleifende Feder verbindet B leitend mit dem Apparatgestell und durch die Elektromagnetrollen mit der Leitung. Die untere Hälfte m geht durch die Messingscheibe N und ruht in einer trichterförmigen Hülse n, welche in dem hohlen Cylinder B_1 steckt und durch

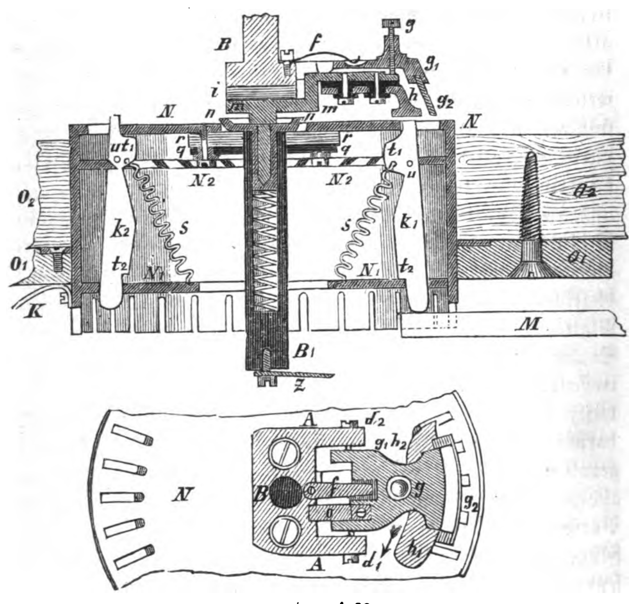


Fig. 82 und 83.

eine starke Spiralfeder beständig nach oben gedrückt wird. Drei durch die Flansche q gehende Schrauben verbinden B_1 mit der Scheibe N, doch sind beide durch den Kautschukring r gegen einander isolirt. Das untere Ende von B_1 ist mit dem Zinkpole Z und der Erdplatte leitend verbunden, der

Kupferpol dagegen durch den Draht K mit dem Stiftgehäuse N. An einem Ansatz A der oberen Achsenhälfte B dreht sich um die beiden Schrauben d_1 und d_2 der horizontale metallene Arm $g_1 g_2$, welcher mittelst der Schraube g für gewöhnlich auf dem metallenen Querarm an m aufliegt und so B mit B_1, die Luftleitung mit der Erdplatte leitend verbindet; die Feder f erhält den Arm $g_1 g_2$ in dieser Lage. In das Stiftgehäuse ragen durch Schlitze in dem Mantel die hinteren Enden M der unter den Tasten liegenden zweiarmigen Hebel, welche beim Niederdrücken einer Taste den zugehörigen stählernen Contactstift k_1 emporschieben. Diese Stifte sind durch Spiralfedern s mit der Platte N_1 des Gehäuses verbunden und erhalten ihre Führung in Löchern der Platte N_1 und in Schlitzen des Ringes N_2. Kommt der umlaufende Schlitten an einen gehobenen Stift k_2, so erfaßt der vorausgehende Flügel h_1 des am Arm m isolirt befestigten Stahlbügels h den Stift und schiebt ihn in die Mitte des in der Platte N befindlichen Lochs, bis er mit dem auf beiden Seiten vorstehenden Bolzen u sich an den Rand des betreffenden Schlitzes im Ringe N_2 anlegt, und hält ihn in dieser Lage fest, bis das Stahlstück g_2 (Contact machend) darüber hinweggegangen und dabei von dem Stifte so weit gehoben worden ist, daß die Schraube g sich von dem Arme m abhebt. Während aber bisher der gehobene Stift mit dem Vorsprunge t_1 an der Platte N anlag, schiebt ihn nun der Flügel h_2 noch weiter nach außen, und der Stift springt jetzt, da ihn weder t_1, noch g_2 weiter daran hindert, vollends in die Höhe, der Hebel M und die auf ihn drückende Taste geht nach, und der Telegraphirende erfährt aus dem schwachen Stoß gegen seinen Finger, daß er die Taste loslassen kann, weil g_2 den Stift eben verlassen hat. Dann zieht aber die Feder s den Stift niederwärts, wobei der Bolzen u auf der schiefen Ebene der Seitenwände des Schlitzes herabgleitet

und der Stift endlich sich mit dem Vorsprunge t_2 auf die Platte N_1 auflegt.

Läßt dagegen der Telegraphist die Taste nicht los, so kann auch die Feder s die Lage des Stiftes nicht ändern, da sich t_1 jetzt zugleich an den inneren Rand des Loches in N anlegt, und der Stift bleibt während der folgenden Schlittenumläufe außer dem Bereiche des Contactstückes g_2.

Das Stiftgehäuse ist zunächst an der Eisenplatte O_1 und mit dieser an der Tischplatte O_2 angeschraubt. Damit der Arm $g_1\,g_2$ sich nicht zu weit hebe, ist an ihm noch ein Stahlstreifen o angebracht, welcher schließlich gegen den Ansatz A anstößt.

148. Wie telegraphirt man mit dem Apparat von Hughes?

Zu Anfang sind die Typenräder beider Stationen arretirt, die laufenden Triebwerke treiben blos die Frictionsräder, Schlitten und Schwungräder. Der Telegraphist drückt die erste „leere Taste"; kommt der Schlitten über den zugehörigen Stift k, so geht der Strom vom Kupferpol K durch das Gehäuse nach k, g_2, g, B, durch den Elektromagnet in die Leitung nach der Station II, dort durch den Elektromagnet, nach B, g, m, B_1, den Draht Z in die Erde und auf der telegraphirenden Station I nach dem Zinkpole Z; dieser erste Strom beseitigt auf beiden Stationen die Hemmung der Druckachse und verbindet das Corrections- und das Typenrad mit dem Frictionsrade; beide Typenräder sind in übereinstimmender Stellung und Bewegung. Ein Aufdrucken veranlaßt der erste Strom nicht, da beide Typenräder auf das erste „leere Feld" eingestellt sind. Werden nun aber andere Tasten gedrückt, so sendet der Schlitten beim Hinweggehen über den gehobenen zugehörigen Stift wieder einen Strom, welcher dann einen Buchstaben oder eine Ziffer aufdrucken läßt. Bevor aber das eigentliche

Telegraphiren beginnt, überzeugt man sich, ob beide Typenräder übereinstimmend gehen, indem man wiederholt dieselbe Taste, z. B. F, drückt; bleibt das eine Rad bei einem oder noch besser bei mehreren Umläufen nicht mehr als $^1/_{56}$ des Umfangs zurück, so druckt der Apparat auch stets F, weil der Correctionsdaumen die entstehende Differenz ausgleicht; eine größere Differenz kann durch den Correctionsdaumen nicht ausgeglichen werden, markirt sich dadurch, daß nicht immer F, sondern E, D, C oder G, H, J u. s. w. aufgedruckt werden, und muß durch den Regulator beseitigt werden. Zwischen der Stromgebung und dem Aufdrucken verfließt einige Zeit, deßhalb darf der zu telegraphirende Buchstabe im Moment der Stromgebung noch nicht dem Druckcylinder gegenüberstehen, vielmehr muß das Typenrad um etwas hinter den Schlitten zurückgestellt sein; dreht sich die Druckachse 7mal so schnell als die Schlittenachse, so ist eine Zurückstellung von einem Buchstaben erforderlich. Der Schlitten der telegraphirenden Station muß zwar mit seinem Typenrade in Einklang stehen und mit dem Typenrade der empfangenden Station, nicht aber mit deren Schlitten; deßhalb darf nur die telegraphirende Station die Typenräder nach dem Arretiren loslassen.

Während einer Umdrehung der Druckachse läuft der Schlitten über 4 Stifte hinweg; innerhalb dieser Zeit darf kein Strom den Elektromagnet durchlaufen, weil er keine Wirkung hervorbringen kann. Deßhalb und weil der Bügel $b_1\, b_2$ ein Empordrücken der 4 nächstfolgenden Stifte verhindert, kann man bei demselben Schlittenumlauf nur Buchstaben telegraphiren, welche um wenigstens fünf Tasten von einander abstehen, z. B. EJOT, DINTY. Das Wort „prompte“ erfordert 7, „Erzbischof“ nur 4 Umläufe. Demnach erfordert das Telegraphiren hier mehr Aufmerksamkeit und Uebung als beim Morse'schen Telegraphen.

149. Was ist über die Einschaltung der Apparate zu bemerken?

Zwei Hughes'sche Telegraphen müssen wegen der Einrichtung des Elektromagnetes so mit einander verbunden werden, daß die von beiden Apparaten ausgehenden Ströme beide Elektromagnete in demselben Sinne umkreisen. Dies läßt sich entweder durch dem entsprechende Einschaltung der Batterien oder die Verbindung der Apparate mit der Luft- und Erdleitung erreichen; doch ist es meist einfacher und zweckmäßiger, auf beiden Stationen die Batterien gleichartig (mit dem Kupferpol an die Contactstifte) einzuschalten. Auf dem Tische (Fig. 72) befinden sich zwei Klemmen Z und K für die beiden Batteriepole, zwei Klemmen L und E für die Linie, ein Umschalter W und ein Kurbelumschalter O. Letzterer dient zur Ausschaltung; von 1 führt ein Draht nach dem einen Ende der Elektromagnetrollen, deren anderes Ende, wo der Strom austreten muß, mit der vorderen oberen Lamelle in W verbunden ist und durch diese einerseits mit der Feder w_1 am Hebel Q a_1 (Fig. 77), andererseits mit dem Ständer des Ankerhebels a (Fig. 74); von 3 führt ein Draht nach der hinteren oberen Lamelle in W, ein anderer nach dem mit dem Zinkpol verbundenen Ende B_1 der Schlittenachse; von 2 endlich führt ein Draht nach der isolirten Feder w (Fig. 77), an welcher der durch das Gestell mit der Schlittenachse B und der Hebelachse b leitend verbundene Correctionsdaumen z in der Ruhelage anliegt. Die Klemmen L und E sind mit den beiden unteren Lamellen des Umschalters W verbunden; durch Einstecken eines Metallstiftes wird je eine untere Lamelle mit einer darüber liegenden leitend verbunden*). Hiernach ist das

*) In Fig. 72 stecken beide Stifte in derselben unteren Lamelle, so daß beim Niederdrücken einer Taste die Batterie blos local durch die Apparate der eigenen Station geschlossen wird, ohne ihren Strom nach einer anderen Station zu senden. Man

Schema der Einschaltung leicht zu entwerfen und der Stromlauf zu verfolgen. Sobald der Strom in A das Abreißen des Ankerhebels a veranlaßt hat und a gegen b_1 stößt, braucht der Strom den Elektromagnet A nicht mehr zu umkreisen, sondern kann durch a, b, B und B_1 gleich zur Erde gehen; in ähnlicher Weise bildet sich auch auf der gebenden Station eine die Elektromagnetrollen ausschließende Nebenschließung. Der Elektromagnet kann daher schneller in seinen normalen Zustand zurückkehren und fordert kaum eine Regulirung für den abgehenden und ankommenden Strom, welche beide ihn umkreisen, aber verschieden stark sind; zugleich ist aber auch der Elektromagnet dem Einflusse der beim Abreißen und Zurückführen des Ankers auftretenden Magnetinductionsströme entzogen, weil diese Ströme jetzt gar nicht entstehen können, da für sie kein geschlossener Stromkreis vorhanden ist, sobald einmal der Correctionsdaumen die Feder w verlassen hat.

Auf 100 Meilen Entfernung kann man mit dem Typendrucktelegraphen von Hughes sicher und mit 110 Umdrehungen in 1 Min. telegraphiren. Auf größere Entfernungen bedient man sich der Translation (vgl. 18. Kap.), für welche man am besten zwei polarisirte Relais (Fr. 163) verwendet, um bei langen Linien den störenden Einfluß der Rückströme zu beseitigen. Bei der Einschaltung dieser Translatoren ist aber nicht außer Acht zu lassen, daß die Einrichtung des Hughes'schen Elektromagnetes eine bestimmte Stromrichtung fordert.

---

kann davon unter Vertauschung der Batteriepole zur Kräftigung des constanten Magnetes Gebrauch machen.

Dreizehntes Kapitel.

Die elektromagnetischen Drucktelegraphen.

150. Was versteht man unter einem Drucktelegraphen?

Ein Drucktelegraph ist ein solcher Telegraph, welcher bleibende telegraphische Zeichen auf mechanische Weise auf Papier erzeugt, so daß die Richtigkeit des Telegramms jederzeit durch das so erhaltene Document controlirt werden kann. Die chemischen Schreibtelegraphen (vgl. Fr. 109—112) erzeugen bleibende Zeichen auf chemischem Wege.

151. Wer sind die Erfinder und Verbesserer der Drucktelegraphie

Steinheil war der Erste, welcher durch seinen Nadeltelegraphen (vergl. Fr. 118) bleibende Zeichen hervorbrachte. Neben Steinheil ist namentlich der Amerikaner Morse als Erfinder der Drucktelegraphie zu nennen; sein zuerst im Jahre 1835 bekanntgemachter Telegraph (vergl. Fr. 115) wurde darauf schnell in Amerika verbreitet und, mit mannigfachen Verbesserungen, in Europa fast allgemein eingeführt.

Vervollkommnet wurde der Morse'sche Drucktelegraph hauptsächlich durch Robinson, Siemens und Halske, Stöhrer, Steinheil, Digney und Andere.

152. Wie erfolgt die Zeichengebung mittelst der Drucktelegraphen?

Die Drucktelegraphen geben auf einem Papierstreifen nur

zwei einfache Zeichen*), einen Punkt und einen Strich, welche, zu zwei, drei, vier, fünf und sechs gruppirt, die Buchstaben, Ziffern und anderen Zeichen darstellen. Der Strich ist dreimal so lang als ein Punkt; der Zwischenraum zwischen je 2 Zeichen soll 1, zwischen je 2 Buchstaben 2 und zwischen je 2 Wörtern 3 Punkte lang sein. Die telegraphische Schrift selbst bildet beim Morse'schen Telegraphen nur eine einzige Zeile auf dem Papierstreifen; bei den Doppelstift-Apparaten dagegen zwei Zeilen.

Die internationale Telegraphenconferenz in Wien 1868 setzte folgende Gruppirungen für die Morseschrift fest:

Alphabet.

Zwei Elemente zu 1, 2, 3 und 4 variirt.

a	ä	á oder å	b	c	d	e	é	f
.—	.—.—	.——.—	—...	—.—.	—..	.	..—..	..—.

g	h	i	j	k	l	m	n	ñ
——.	....	..	.———	—.—	.—..	——	—.	——.——

o	ö	p	q	r	s	t	u	ü
———	———.	.——.	——.—	.—.	...	—	..—	..——

v	w	x	y	z	ch
...—	.——	—..—	—.——	——..	————

Ziffern für gewöhnliche Depeschen.

Zwei Elemente zu 5 variirt.

1	2	3	4	5	6	7
.————	..———	...——	....—	.....	—....	——...

8	9	0
———..	————.	—————

*) Eine Abweichung davon erwähnt Fr. 165.

Ziffern für reine Chifferdepeschen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
·—	··—	···—	····—	·····	—····	—···	—··	—·	—

Interpunktionen.

Zwei Elemente zu 6 variirt.

Punkt (.)	Strichpunkt (;)	Komma (,)	Doppelpunkt (:)
······	—·—·—·	·—·—·—	———···

Fragezeichen (?)	Ausrufungszeichen (!)	Bindestrich (=)
··——··	——··——	—····—

Apostroph (')	Bruchstrich	Anführungszeichen	Parenthese ()
·————·	——————	·—··—·	—·——·—

Alinea (Absatz)	Unterstreichungszeichen*)	Trennungszeichen**)
·—·—··	··——·—	······ ······

Dienstzeichen.

Staatsdepesche	Bahnbetriebsdepesche	Telegraphendienstdepesche
···	—···	·—

Privatdepesche	Anruf	Verstanden	Irrthum
·——·	—·—·—	···—·	·········

Schluß	Aufforderung zum Beginn des Telegraphirens
·—·—·	—···—·

Warten	Dringend	Sehr dringend	Quittungszeichen
·—···	—··	—··—··	·—··—··—·

153. Welches sind die Hauptheile des Morse'schen Telegraphen?

Der Morse'sche Telegraph in seiner einfachsten Gestalt besteht aus folgenden Theilen: 1) dem S c h r e i b a p p a r a t e

*) Vor und hinter die zu unterstreichenden Wörter zu setzen.

**) Zur Trennung des Textes von Adresse und Unterschrift.

und 2) dem Schlüssel oder Taster. Der Schreibapparat drückt die Zeichen entweder mit einer Stahlspitze in das Papier ein, oder er schreibt sie auf diesem mittelst einer Farbe nieder; im ersteren Falle heißt er ein Trockenstiftapparat oder Stiftschreiber, im anderen ein Farbschreiber, Schwarz- oder Blauschreiber.

154. Welche Vorzüge hat der Morse'sche Apparat?

Der Morse'sche Apparat, mit welchem die Zeichen sehr schnell (bis zu 100 Buchstaben in 1 Minute) gegeben werden können, zeichnet sich durch seine einfache Construction aus und ist daher nicht oft Störungen ausgesetzt; die etwaigen Correcturen im Telegramm lassen sich mit Leichtigkeit ausführen; ferner empfiehlt sich derselbe dadurch, daß ein unrichtiges Zeichen keinen Einfluß auf die folgenden Zeichen ausübt, wie es z. B. bei den meisten Zeigertelegraphen der Fall ist.

155. Welche Einrichtung hat der Stiftschreiber?

Der Schreibapparat ist in Fig. 84 in der Seitenansicht mit abgenommener Seitenwand und in Fig. 85 im Grundriß dargestellt. A A ist ein Elektromagnet, dessen Drahtenden mit den Klemmen c c in Verbindung stehen; der Eisenanker B ist in einen Hebel C C eingefügt, welcher um feine Spitzen d d drehbar ist und am anderen Ende den stumpfen Schreibstift v trägt. Sobald nun ein elektrischer Strom durch die Windungen des Elektromagnetes A A geht, wird der Anker B von dessen Eisenkernen e angezogen, so daß der Stahlstift v gleichzeitig nach oben schlägt; nach dem Aufhören des Stromes wird der Hebel C C durch die Spiralfeder f wieder in seine vorige Stellung zurückgebracht; durch die Stellschrauben g und h wird die Größe der Bewegung des Hebels regulirt.

Ein Räderwerk führt in langsamer und gleichförmiger

Bewegung einen langen, schmalen, von einer Rolle ab- laufenden Papierstreifen pp über dem Schreibstifte v hin. D ist eine mit dem Sperrrad k verbundene Schnurtrommel,

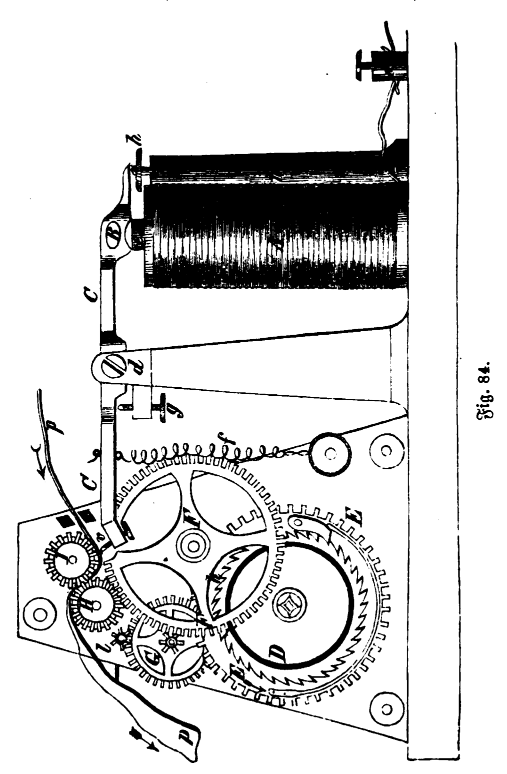
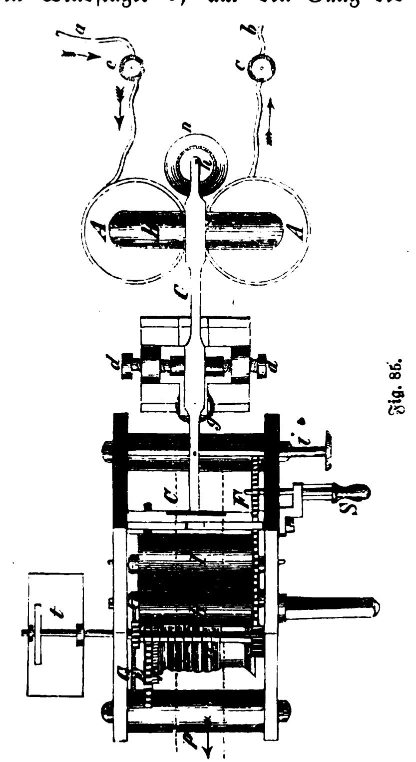


Fig. 84.

oder Federhaus; durch Aufsetzen eines Schlüssels auf das qua- dratische Ende der Welle von D wird das Ganggewicht oder die treibende Feder aufgezogen. Das Rad E greift in das

Getriebe des Rades F und dieses gleichzeitig in das Getriebe des Rades G und in das Rad H, durch welches noch das Rad I bewegt wird. Auf der von G getriebenen Welle des Getriebes l sitzt ein Windflügel t, um den Gang des Uhrwerkes gleichmäßig zu machen. H und I sind rauhe Messingwalzen; letztere hat an der Stelle, welche sich über dem Stifte v befindet, eine schmale Rinne, in welche dieser Stift einschlägt, sobald der Anker B vom Elektromagnet angezogen wird. Dadurch entsteht in dem zwischen den Walzen hindurchgehenden Papierstreifen eine Vertiefung oder von oben gesehen eine Erhöhung, und zwar, wenn die Anziehung des Ankers oder das Emporschlagen des Stiftes momentan ist, ein Punkt, und wenn dies länger andauert, ein Strich.


Fig. 85.

Wenn nicht telegraphirt wird, ist auch das Uhrwerk in

Ruhe; sobald durch das Niedergehen des Ankers B und das Aufschlagen der rechten Seite des Schreibhebels CC auf die Schraube h der Anfang des Telegraphirens angezeigt wird, zieht man den Schieber S heraus (Fig. 85), oder lüftet die (diesen Schieber ersetzende) auf der Welle des Windflügels aufliegende Bremse, wodurch das Uhrwerk und mit diesem der Papierstreifen in Gang kommt. Geübte Telegraphisten lesen die Correspondenz durch das Gehör, ohne die Zeichen auf dem Streifen anzusehen. Als das beste Material für den Schreibstift hat sich nach vielen Versuchen ein aus dem härtesten Stahl angefertigter Stift erwiesen.

Um den Schreibhebel und die Papierführung leichter zugänglich und so namentlich das Einlegen des Streifens bequemer zu machen, legten Siemens und Halske jene beiden Theile nicht über das Räderwerk, sondern seitwärts neben das Gestell, indem sie auf der längeren Schreibhebelachse an verschiedenen Stellen den Ankerhebelarm und den Stifthebelarm aufsteckten, so daß letztere beiden Arme nicht in eine Gerade fallen (vgl. Fig. 87).

Bei dem Stiftschreiber mit oscillirendem Magnet bildet der eine Kern des Elektromagnetes die Achse des Schreibhebels, ist durch einen eisernen Schuh bis zu einem Schuh am anderen Kerne verlängert, und der Strom umkreist die beiden Kerne so, daß die einander gegenüberstehenden Schuhe entgegengesetzte Pole bekommen, sich anziehen und den Schreibstift gegen das Papier führen.

156. Wie werden Morse'sche Schriftzeichen farbig erzeugt?

Da die besonders durch ihren Schatten vortretende erhabene Schrift der Morse'schen Apparate die Augen anstrengt, auch eine gewisse Stellung der Apparate gegen das Licht verlangt, um gelesen werden zu können, so suchte man [zuerst*)

*) Etwas Aehnliches scheint Morse schon in seinem Patent vom Jahr 1837 angeregt zu haben.

der Ungar Thomas John, 1854] farbige Zeichen hervorzubringen. An den Farbschreibern kann der Schreibhebel viel leichter sein als bei den Stiftschreibern, weil er keine so kräftige Wirkung auf den Papierstreifen auszuüben hat. Daher pflegte man früher den Farbschreiber gleich unmittelbar (d. h. ohne Relais, vgl. Fr. 161) in die Leitung einzuschalten; für den Dienst auf längeren Linien versieht man ihn jedoch jetzt lieber mit einem Relais. Die Farbschreiber können zwar etwas schneller arbeiten als die Stiftschreiber, doch bleibt letzteren der Vorzug größerer Reinlichkeit und Zuverlässigkeit, weil bei ihnen die Schrift nicht klexig werden oder aus Mangel an Farbe ausbleiben kann.

Digney und Baudoin in Paris gaben dem Schreibhebel h (Fig. 86) vorn anstatt der Spitze eine Schneide i,

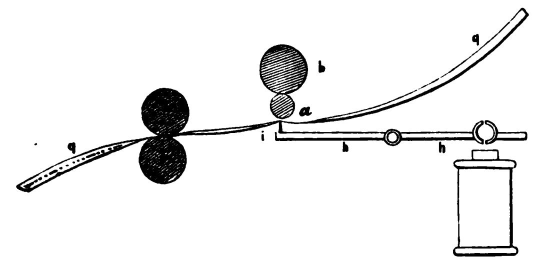


Fig. 86.

welche beim Arbeiten des Schreibhebels an die kleine Metallscheibe a anschlägt und während der durch die Walzen m und n hervorgebrachten Bewegung des Papierstreifens q die Zeichen auf diesem hervorbringt; die Tuchwalze b ist mit Farbe getränkt, und theilt letztere fortwährend der Scheibe a mit.

Der Schwarzschreiber von Siemens und Halske ist in Fig. 87 dargestellt; er enthält die von John an-

gewendete Schwärzscheibe. M ist der Elektromagnet, ll der Schreibhebel mit der Verlängerung m, welche am Ende die rotirende Schwärzscheibe r trägt. Die Achse dieser Schwärzscheibe ist mittelst eines Universalgelenkes mit der Achse eines Getriebes des Räderwerkes gekuppelt, so daß die Schwärzscheibe beständig in einer (wie der beigefügte Pfeil andeutet) der Papierbewegung entgegengesetzten Richtung umläuft.

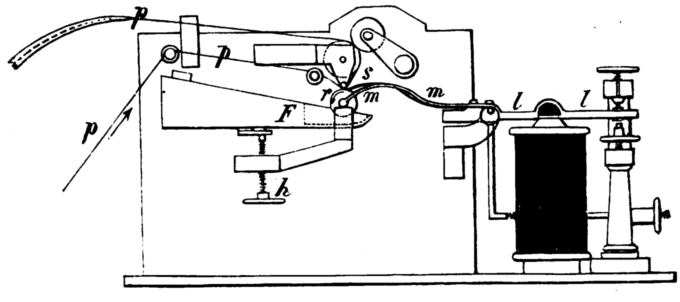


Fig. 87.

Durch den Anker des Elektromagnetes wird die Schwärzscheibe gegen den Papierstreifen p gedrückt. Der untere Theil der Schwärzscheibe taucht in ein mit Farbe gefülltes Reservoir, welches durch einen Farbebehälter gefüllt erhalten wird und durch die Schraube h gehoben und gesenkt werden kann. Die überschüssige Farbe wird durch eine am Ankerhebel befestigte Feder s, welche auf der Mantelfläche der Schwärzscheibe schleift, abgestrichen und dadurch der Rand derselben stets gleichmäßig geschwärzt erhalten. Da der Papierstreifen über der Schwärzscheibe eine scharfe Kante passiren kann und keine Durchbiegung des ersteren stattfinden kann, so werden die Zeichen sehr scharf und ist nur eine sehr geringe Bewegung der Schwärzscheibe erforderlich.

Bei dem polarisirten Farbschreiber von

Siemens und Halske sitzt die Schneide oder die Schwärzscheibe an dem einen Ende des Schreibhebels, dessen anderes Ende ein permanenter Magnet ist, zwischen den Polen des Schreibapparat-Magnets liegt und durch galvanische Inductionsströme zwischen diesen Polen hin und her bewegt wird.

Mechanikus Wernicke in Berlin baute Schwarzschreiber, bei welchen die Farbe durch ein Capillarröhrchen aus dem daran befindlichen Farbegefäß auf das Papier gelangte (vgl. Fr. 118).

Eine eigenthümliche Einrichtung hat das Farbegefäß des Schwarzschreibers der Telegraph Works Company: Die Farbe befindet sich in dem Raume c (Fig. 88) und wird in diesen durch die Löcher b eingefüllt, nachdem man den Deckel a abgeschraubt hat. Den Behälter c begrenzt die gekrümmte Platte d, welche den einen Schnabel der Schreibfeder bildet und durch deren Löcher die Farbe in die eigentliche Schreibfeder einfließt. Den zweiten Schnabel der Feder bildet eine, d ähnliche, aber nicht mit Löchern versehene Metallplatte r.

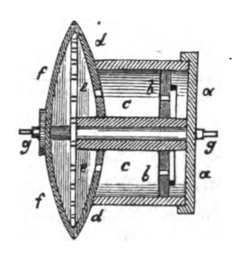


Fig. 88.

Zwischen den beiden Schnäbeln, und auf die nämliche Achse wie diese aufgesteckt, befindet sich die vom Rande herein mit Schlitzen versehene Scheibe e, welche die Farbe nach den Schnäbeln schafft. Das auf dem Ankerhebel sitzende Farbegefäß wird mit seinen Schnäbeln so lange schreibend gegen den unter ihm hinweg geführten Papierstreifen gedrückt, als der Linienstrom den Anker angezogen erhält. Diese Schreibfeder arbeitet sehr reinlich, versagt nicht, so lange noch etwas Farbe da ist, und verschwendet keine Farbe. So lange der

Farbschreiber nicht schreiben soll, wird das Papier durch einen Daumen von dem Farbegefäß wegbewegt.

157. Welche Einrichtung hat der Schlüssel oder Taster?

Das kürzer oder länger andauernde Anziehen des Schreibhebels erfolgt bei kürzerem oder längerem Schließen der Batterie mittelst des in Fig. 89 abgebildeten Schlüssels

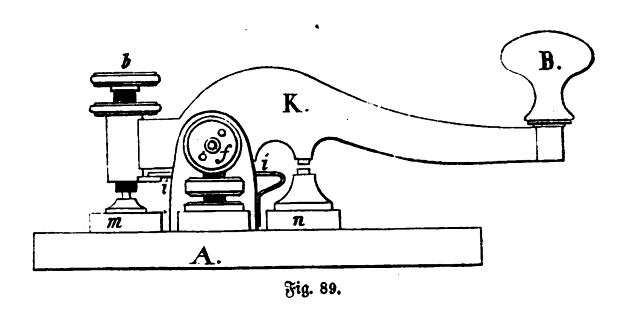


Fig. 89.

oder Tasters. A ist eine Platte von Holz oder anderem isolirenden Material, auf welcher 2 Messinglager f mit dem darin drehbaren Tasterhebel K aufgeschraubt sind. Im Ruhestande wird der Tasterhebel durch die Feder i mit der hinteren Stellschraube b auf den metallischen Ambos m (den Ruhecontact) niedergedrückt, so daß ein elektrischer Strom von m nach b, K und f ungehindert übergehen kann. Vorn befindet sich noch ein zweiter Ambos n (der Arbeitscontact), mit welchem der Tasterhebel dann in Berührung kommt, wenn derselbe vorn am Knopfe B niedergedrückt wird, wobei gleichzeitig die Berührung zwischen b und m aufhört. Um die metallische Verbindung zwischen dem Tasterhebel K und dem zugehörigen Lager f zu sichern und den Stromübergang durch eingestrichenes Oel ꝛc. nicht zu stören, wird bisweilen K mit f noch durch eine kleine metallische Spiral-

feder direct verbunden. Eben so macht man die Berührungsflächen zwischen dem Tasterhebel und den Ambosen m und n von Platin, damit sie durch die beim Oeffnen der Batterie überspringenden Funken nicht oxydirt werden.

Wenn der Taster in Ruhe ist, so kann ein von einer anderen Station kommender Strom ungehindert nach dem Schreibapparate durchgehen, und hier die zu gebenden Zeichen hervorbringen. Wird dagegen der Taster niedergedrückt, so wird der eigene Apparat ausgeschaltet, dagegen der Strom der eigenen Batterie durch die Leitung und die Apparate der anderen Stationen hindurch geschlossen, so daß dort die Zeichen entstehen und zwar, wenn der Taster nur kurze Zeit niedergedrückt wird, ein Punkt, und wenn er länger niedergedrückt wird, ein Strich.

Bei den ersten Morse'schen Apparaten war im Ruhestande eine Batterie fortwährend durch die Linie hindurch geschlossen, und es wurde durch Niederdrücken des Tasters der Strom unterbrochen und der Schreibapparat in Thätigkeit gesetzt (T e l e g r a p h i r e n m i t R u h e s t r o m). Jetzt wird gewöhnlich mit A r b e i t s s t r o m telegraphirt, d. h. der Strom nur dann geschlossen, wenn der Schreibapparat in Thätigkeit versetzt werden soll. Im ersteren Falle war e i n e Batterie für sämmtliche eingeschaltete Stationen hinreichend, im letzteren Falle muß jedoch jede Station ihre eigene Batterie besitzen.

158. Worin besteht die Schreibplatte Morse's?

Weil die Aneignung der Handfertigkeit zum Zeichengeben mittelst des Tasters für Manche zu schwierig erschien, wollte M o r s e den Taster durch eine leichter zu handhabende Vorrichtung (die S c h r e i b p l a t t e) ersetzen und dadurch das Arbeiten mit seinem Telegraphen für Jeden möglich machen.

Diese Schreibplatte besteht aus einer Tafel von Elfenbein, in welcher die Zeichen des Alphabets als starke Metall-

punkte und Striche eingesetzt sind und mit einer gemeinsamen Metallplatte in Verbindung stehen. Diese letztere Metallplatte vertritt den Ambos n des Tasters (Fig. 89). Der von der entfernten Station kommende Leitungsdraht ist mittelst eines dünnen, spiralförmig gewundenen, gut isolirten Drahtes an einem metallenen, mit Elfenbein umgebenen Stift mit Platinspitze befestigt, so daß dieser Stift dem Tasterhebel K entspricht. Wird dieser Stift auf eins der Metallstücke der Elfenbeintafel gesetzt, so wird der Strom eben so durch die Leitung hindurch geschlossen, als wenn der Tasterhebel auf den Ambos niedergedrückt worden wäre. Führt man den Griffel gleichmäßig über eine Reihe der eingelegten Metallstücke hinweg, so erscheint an der entfernten Station der betreffende Buchstabe; denn der Gang des Stiftes über einen Metallpunkt erzeugt in dem Schreibapparate einen Punkt, das Hinweggleiten des Stiftes über einen Metallstrich bringt einen Strich und das Hinweggleiten über Elfenbein einen entsprechend langen Zwischenraum hervor.

Um das Abgleiten des Stiftes von den einzelnen Zeichen eines Buchstabens zu verhüten, hat Morse eine nichtleitende Richtplatte mit langen schmalen Oeffnungen so über die Buchstabenplatte gelegt, daß die Zeichen eines jeden Buchstabens genau unter einer solchen Oeffnung stehen. Beim Telegraphiren fährt man dann mit dem Stifte durch diese Oeffnungen hindurch, die nun eine sichere Führung geben.

In Europa ist diese Schreibplatte nicht zu dauernder Anwendung gekommen, da das Telegraphiren mit dem Taster nicht so außerordentlich schwierig ist, als anfangs geglaubt wurde. Dagegen versuchte man mehrfach mittelst einer Claviatur die Morsezeichen zu telegraphiren.

159. Wie ist der magneto-elektrische Typen-Schnellschreibapparat von Siemens und Halske construirt?

Der Typenschnellschreiber von Siemens und

Halske, welcher auf mehreren Linien versuchsweise in Anwendung gekommen ist, benutzt als Elektricitätsquelle einen magneto-elektrischen Rotationsapparat. Die Depesche wird aus metallischen Typen, die oben mit entsprechenden Einschnitten versehen sind, in der erforderlichen Reihenfolge in ein mit Zähnen versehenes Lineal eingesetzt. Ein polarisirter Schwarzschreiber schreibt ohne Hülfe einer Localbatterie die Morse'sche Zeichenschrift direct vermittelst der die Leitung durchlaufenden Ströme nieder und bedarf zur Bildung eines Punktes oder Striches zweier kurzer Ströme von wechselnder Richtung, von denen der erste Strom den Beginn, der zweite, entgegengesetzte das Ende des schwarzen Striches bewirkt.

Die Schienen, in welche die Typen eingesetzt sind, haben Zähne, in welche eine Schraube ohne Ende, behufs der Fortbewegung, eingreift; außerdem ist die vordere Seitenfläche der Schienen mit prismatischen Einschnitten versehen, welche mit den Zähnen genau correspondiren und dazu dienen, die Typen in eine bestimmte Lage zu den Zähnen, mithin auch zur augenblicklichen Lage des stromgebenden Cylinders zu bringen. Die Uebertragung des Stromes aus dem Stromerzeuger in die Leitung wird durch ein metallisches Prisma vermittelt, welches auf den Erhöhungen der Typen hinschleift. Es können nur dann die Ströme, welche durch die Drahtspirale erzeugt werden, die Leitung durchlaufen, wenn jenes Prisma durch die Type gehoben wird und dadurch mit einer Contactfeder in Berührung kommt; wenn das Prisma über einem Einschnitt steht, so ist die Leitung unterbrochen.

Die Typen sind durch die Nuthen auf den Schienen in ein solches Verhältniß zu den Zähnen und der Schraube ohne Ende gebracht, daß stets nur diejenigen Ströme die Leitung passiren können, welche zum Beginne oder zur Beendigung eines Striches erforderlich sind, die übrigen erzeugten Ströme aber fortfallen, da die Leitung unterbrochen ist.

Der vorerwähnte Apparat vermag auf sehr bedeutende Fernen zu arbeiten, so daß eine directe Correspondenz zwischen den meisten europäischen Hauptorten ohne Translation (vgl. d. 18. Abschn.) möglich sein dürfte. Die Geschwindigkeit, mit welcher dieser Apparat arbeitet, beträgt 60 bis 80 Wörter in der Minute, also ungefähr die sechsfache Leistung der gewöhnlichen Morse-Apparate.

Später betrieben Siemens und Halske den Schnellschreiber mit Batterieströmen. Auch verwarfen sie später jene Typen, welche einen ganzen Buchstaben gaben, und setzten das ganze Telegramm blos aus drei verschiedenen Typensorten: Punkten, Strichen und Zwischenräumen zusammen. Zur Vereinfachung und Erleichterung des Setzens und Wiederablegens der Telegramme entwarfen sie eine verhältnißmäßig einfache Typensetzmaschine und eine Typenablegmaschine.

160. Hat man noch andere selbstthätige Zeichengeber vorgeschlagen?

Die Regelmäßigkeit und Richtigkeit der Morsezeichen und die Geschwindigkeit des Telegraphirens hat man auch sonst noch auf verschiedene Weise von der Persönlichkeit des Telegraphisten unabhängig zu machen versucht. Bei der älteren, von Wheatstone, Bain, Digney u. A. vorgeschlagenen Art der zu diesem Behufe angewandten automatischen oder selbstthätigen Zeichengeber sollten durch eine Maschine in einem Papierstreifen Löcher von einer den Morsezeichen entsprechenden Länge ausgeschnitten oder ausgestoßen werden; darauf wurde die Richtigkeit der Durchlochung geprüft und der Streifen dem Zeichengeber überliefert; beim Abtelegraphiren wurde der Streifen mechanisch über eine mit dem Batteriepole verbundene Metallwalze geführt, während auf dem Streifen eine mit der Leitung verbundene metallene Feder oder Rolle aufschleifte und den Strom so

oft und so lange schloß, als sie durch ein Loch im Streifen hindurch jene Metallwalze berührte.

Chauvassaigne und Lambrigot, deren Apparat im September 1867 zwischen Paris und Lyon probirt wurde, schrieben mittelst eines einfachen Tasters das Telegramm in Morsezeichen mit einer geschmolzenen Harzmasse auf eine Metallplatte, über welche dann die telegraphirende Feder oder Rolle schleifte; auf der Empfangsstation erschienen die Zeichen chemisch auf einem Papierstreifen, welcher sehr vortheilhaft erst unmittelbar vorher mit der zu zersetzenden Lösung von gelbem Blutlaugensalz und salpetersaurem Ammoniak getränkt wurde, indem er unmittelbar vor dem zersetzenden Eisenstifte über ein Scheibchen weggeführt wurde, welches in ein mit der Lösung gefülltes Näpfchen eintauchte. Muß dagegen das Telegramm von der Empfangsstation aus noch weiter telegraphirt werden, so läßt man den Empfangsapparat die Zeichen gleich mit Harzmasse auf ein Metallband schreiben, welches dann unmittelbar automatisch abtelegraphirt wird.

161. Was ist ein Relais?

Bei der obigen Beschreibung des Morse'schen Apparates ist angenommen, daß der von einer entfernten Station kommende elektrische Strom direct in die Umwindungen des unter dem Schreibhebel befindlichen Elektromagnetes geführt werde und dadurch den Schreibhebel selbst anziehe. An langen Telegraphenlinien wird aber der Strom durch deren großen Widerstand so sehr geschwächt, daß er nicht mehr im Stande ist, den Schreibhebel kräftig anzuziehen, und daß dann eine Unsicherheit in der Zeichengebung entstehen muß.

Dieser Umstand gab Morse Veranlassung zur Construction des Relais (franz. = Vorspann, engl. Relay), welches in Fig. 90 und 91 in der Seitenansicht und im Grundriß abgebildet ist. M ist ein Elektromagnet, dessen

sehr zahlreiche und feine Umwindungen mit den Drähten u

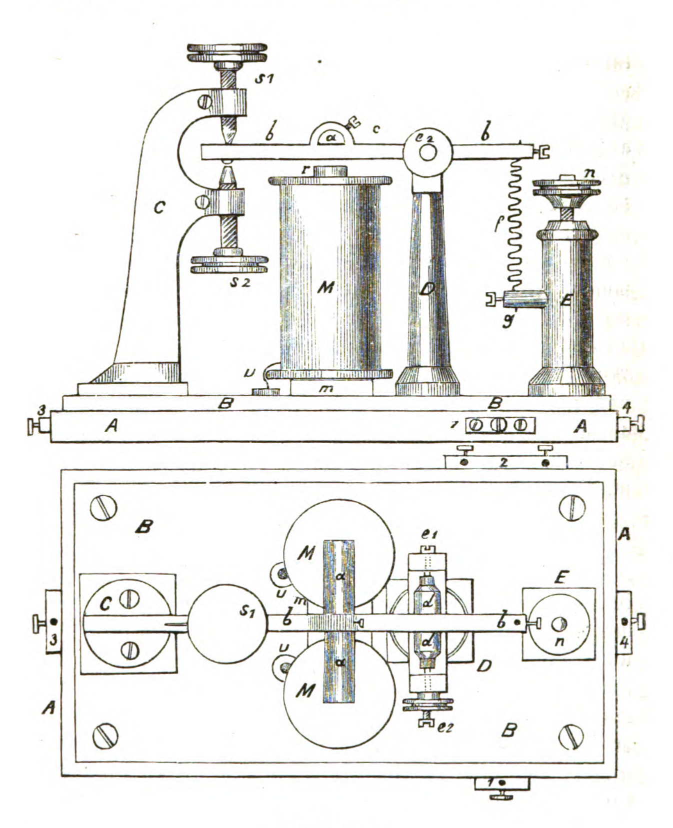


Fig. 90 und 91.

in den Klemmschrauben 1 und 2 enden und vom Strom durchlaufen werden. Ueber den Eisenkernen r dieses Elektro=

magnetes befindet sich der am metallenen Hebel b b durch die Schraube c befestigte Eisenanker a; der Hebel b b ist mit seiner in sehr feine Spitzen auslaufenden Drehachse d d auf einem besonderen isolirten Ständer D zwischen zwei Schrauben e_1 und e_2 gelagert und wird im Zustande der Ruhe, also wenn kein Strom circulirt, an dem einen Ende durch die daselbst befindliche Spiralfeder f abwärts, mit dem anderen Ende dagegen aufwärts und an die obere Stellschraube s_1 des Ständers C angedrückt. Diese Schraube ist an ihrer Spitze, wo sie den Hebel b b berührt, durch Elfenbein oder Achat gegen den Hebel b b isolirt. Die untere Stellschraube s_2 an dem Ständer C ist jedoch ganz metallisch; wird also durch das Abwärtsziehen des Ankers a durch den Elektromagnet M der Hebel b b an die Stellschraube s_2 angedrückt, so ist der Hebel b b durch die Schraube s_2 mit dem Ständer C und der mit diesem Ständer verbundenen Klemme 3 leitend verbunden. Die Ständer D und E sind gegen die auf der Holzplatte A liegende Metallplatte B durch Elfenbein isolirt und stehen mit der Klemme 4 in Verbindung. In dem hohlen Ständer E befindet sich die Schraubenspindel n, bei deren Drehung nach rechts oder links sich die darauf sitzende, verschiebbare Mutter nebst dem daran befindlichen Arme g auf- oder abwärts bewegt und so die durch eine kleine Schraube an diese Mutter befestigte Spiralfeder f stärker oder schwächer spannt. Die untere Stellschraube s_2 ist so gestellt, daß bei der Anziehung des Hebels b b der Anker a nicht mit den Eisenkernen r des Elektromagnetes in Berührung kommt; sonst bliebe bei feiner Stellung der Spiralfeder f der Anker a theils in Folge der Adhäsion, theils weil die Eisenkerne des Elektromagnetes nach längerem Gebrauche einen geringen Grad von permanentem Magnetismus annehmen, leicht an den Kernen r haften. Die untere Stellschraube s_2 und der Hebel b b sind da, wo der Strom übergeht, mit Platin belegt. Die

beiden Kerne r des Elektromagnets M sind unten durch das Eisenstück m verbunden.

Wenn nun ein von einer entfernten Station kommender elektrischer Strom durch die Klemme 1 in die Windungen des Elektromagnetes ein- und durch Klemme 2 austritt und in die Erde oder nach der nächsten Station geht, so wird, selbst bei sehr schwachem Strome, der leicht bewegliche Hebel b b vom Elektromagnet M soweit bewegt, daß sein Ende sich auf die Schraube s_2 auflegt. Hierdurch wird eine Orts- oder Local-Batterie geschlossen, deren Strom nur den Elektromagnet des Schreibwerkes durchläuft und daher bei dem verhältnißmäßig geringen Widerstande starken Magnetisirung und eine kräftige Anziehung des Schreibhebels bewirkt. Der eine Pol der Localbatterie, die aus wenigen großen Elementen besteht, um in sich selbst wenig Widerstand zu haben, ist nämlich durch die Klemme 3 mit dem Ständer C und der Schraube s_2 verbunden, der andere Pol mit dem einen Ende a des Drahtes vom Schreibelektromagnet (Fig. 85) und das andere Ende dieses Drahtes b durch die Klemme 4 (Fig. 90 und 91) mit dem Ständer E und dem Hebel b b, so daß der Schluß der Localbatterie durch den kleinen Zwischenraum zwischen dem Hebelende und der Schraube s_2 im Ruhestande verhindert wird. Sowie nun aber der aus der Leitung kommende Strom die Windungen des Elektromagnetes M durchströmt, erfolgt in dem Momente der Berührung von b und s_2 der Schluß der Localbatterie durch den Elektromagnet des Schreibwerkes hindurch, der Schreibhebel schlägt kräftig nieder und der Schreibstift in den Papierstreifen.

Dem Elektromagnet des Schreibwerkes giebt man in der Regel nur wenig Lagen Umwindungen aus stärkerem Drahte, um den Widerstand in demselben möglichst zu verringern; nimmt man eine größere Anzahl Lagen mit feinerem Drahte, so erlangt man die nöthige Stromstärke, welche durch den

größeren Widerstand vermindert werden würde, durch eine größere Elementenzahl; dann wirkt der Strom gleichmäßiger und ein zufällig in die Kette kommender Widerstand ist weniger von störendem Einflusse.

Die Batterie, welche ihren Strom auf der Leitung entlang nach der entfernten Station sendet und nur auf die Elektromagnete der Relais zu wirken hat, heißt, im Gegensatz zur Localbatterie, Linienbatterie oder Telegraphirbatterie.

Ein Relais benutzten zuerst Cooke und Wheatstone 1837 für den ihrem Nadeltelegraphen beigegebenen Wecker (vgl. Fr. 176). Beim Morse'schen Apparat wandte es zuerst Morse 1844 auf der Linie Washington-Baltimore an. Auch für Zeigerapparate ward das Relais benutzt, z. B. von Kramer und von Fardely.

162. Giebt es noch andere Arten von Relais?

In neuester Zeit ist das Relais namentlich durch Siemens und Halske außerordentlich vervollkommnet worden, so daß man mit demselben auf eine Strecke von 105 Meilen (von Berlin nach Amsterdam) mit nur 6 Elementen direct, ohne Zwischenapparate, zu sprechen vermochte.

Bei den älteren Relais von Siemens und Halske befindet sich die Schraube s_2 in einer senkrecht verschiebbaren Messinghülse, innerhalb welcher das Ende des Hebels b b an einem Achathütchen oben anliegt. Diese Hülse kann durch die Schraube s_1 gehoben und gesenkt werden, so daß man die Entfernung des Eisenankers a vom Elektromagnet verändern kann, ohne die Schraube s_2 verstellen zu müssen.

Die neueste Relais-Construction von Siemens und Halske ist in Fig. 92 im Grundriß dargestellt. In einer cylindrischen Büchse befindet sich ein senkrecht stehender Elektromagnet m m_1, dessen Eisenkerne k und k_1 am Ende im Querschnitt viereckig sind und einen kleinen, horizontal

leicht drehbaren metallenen Hebel d d zwischen sich haben. Im Ruhestande des Apparates, so lange also kein elektrischer Strom die Windungen des Elektromagnetes durchläuft und die Eisenkerne k k_1 desselben nicht magnetisch sind, wird das längere Ende des Hebels d durch die Spiralfeder f an das isolirende Achathütchen i leicht angedrückt. Sobald jedoch ein elektrischer Strom, in den Klemmen w und y ein- und austretend, durch die Drahtwindungen des Elektromagnetes hindurchgeht und dessen Eisenkerne k und k_1 magnetisch macht, werden die Enden des Hebels d d von letzteren angezogen, ohne mit ihnen in unmittelbare Berührung zu kommen, weil sich das längere Hebelende an die metallene Stellschraube e anlegt. Durch die Verbindung von d und e wird die Localbatterie geschlossen, deren Strom durch die Klemmen v und x geht und den Schreibhebel in Bewegung setzt.

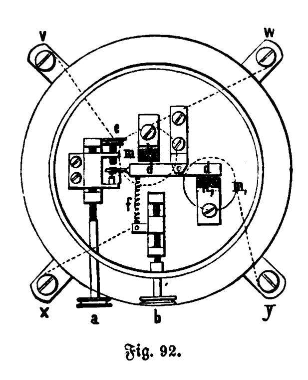


Fig. 92.

Die Entfernung des Hebels d d von den Eisenkernen k k_1 wird durch die Schraube a regulirt; durch Rechtsumdrehen wird diese Entfernung größer, durch Linksumdrehen geringer. Mittelst der Schraube b wird die Spannung der Spiralfeder f verändert, und zwar wird die Spannung größer, wenn die Schraube rechts, dagegen geringer, wenn diese links umgedreht wird.

Außerdem hat man auf sehr verschiedene Weise die Empfindlichkeit des Relais zu erhöhen versucht, damit es auf die schwächsten Ströme anspreche. Die Elektromagnetrollen wurden bald aufrecht gestellt, bald wagrecht gelegt, eben so der

Ankerhebel, welcher außerdem bald horizontal hin und her, bald vertical auf und nieder schwingt. Siemens und Halske bauten ein Relais ganz so, wie ihren Schreibapparat, mit oscillirendem Magnet (Fr. 156). Hipp brachte zwei Spannfedern am wagrechten Relaishebel an, den die eine nach oben, die andere nach unten zieht. Ein sehr empfindliches Relais liefert eine als Relaishebel benutzte Magnetnadel in einem Multiplicator (vgl. Fr. 176).

163. Was ist ein polarisirtes und ein Inductions-Relais?

Der Umstand, daß bei wechselnder Stromstärke während des Telegraphirens die Relaisschrauben a und b (Fig. 92) häufig in ihrer Stellung verändert werden müssen, veranlaßte verschiedene Versuche, ein Relais ohne Spannfeder zu construiren. De Lafolly legte die Drehachse des eisernen Ankerhebels in den einen Elektromagnetkern, so daß also der Hebel eine Fortsetzung dieses Kerns bildet, während der Dauer des Stromes im Elektromagnet ebenfalls magnetisch und deßhalb von dem entgegengesetzt magnetischen zweiten Kern kräftig angezogen wurde; nach dem Aufhören des Stromes sollte ein permanenter Magnet den Ankerhebel in die Ruhelage zurückführen; dabei muß dieser Magnet dem Ankerhebel denselben Pol zukehren, welcher in letzterem durch den Strom entwickelt wird, damit dieser Magnet während der Stromdauer den Ankerhebel abstoße. Andere entwarfen polarisirte Relais, deren Anker permanent magnetisch sind und in angemessener Weise zwischen oder neben den Elektromagnetkernen angebracht werden; der vom Anker in den Kernen inducirte Magnetismus zieht den Anker in seine Ruhelage an die isolirte Stellschraube; der Strom entwickelt in den Kernen gleichnamige Pole, so daß der Anker an die nicht isolirte Stellschraube sich anlegt. Noch einfacher ist es, wenn man mit Strömen von abwechselnd umgekehrter Richtung telegraphirt, wobei die Anziehung des Relaishebels

durch einen Strom von gewisser Richtung und beliebiger Stärke, die Abstoßung jenes Hebels durch einen Strom von entgegengesetzter Richtung und derselben Stärke erfolgt.

Ein solches Relais ist das Inductionsrelais von Siemens und Halske, von welchem Fig. 93 den verticalen Durchschnitt, Fig. 94 die obere Ansicht zeigt. Dasselbe besteht aus einem rechtwinkelig gebogenen Stahlmagnet N S, auf dessen Schenkel N die Eisenkerne und Drahtrollen eines Elektromagnetes m m′ befestigt sind, während am Ende des anderen Schenkels S ein Eisenstäbchen N_1 S_1, welches als Relaishebel dient, in feinen Zapfen horizontal drehbar ist. Die Bewegung dieses Eisenstäbchens wird durch die Metallschraube e und das Achathütchen i begrenzt. Wenn nun N und S den Nord- und Südpol des Stahlmagnetes bezeichnet, so müssen die oberen Enden n und n_1 der Eisenkerne des Elektromagnetes durch magnetische Induction ebenfalls zwei Nordpole bilden und aus demselben Grunde das Ende S_1 am Stäbchen einen Südpol. Letzteres wird von den beiden Nordpolen n und n_1 angezogen und daher nach dem ihm gelassenen Spielraum

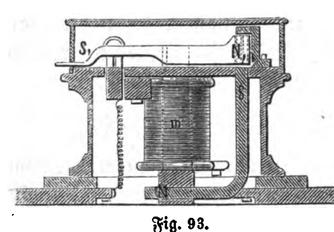


Fig. 93.

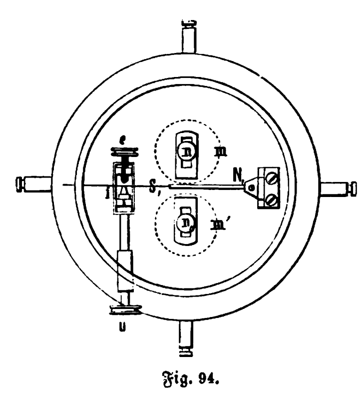


Fig. 94.

sich entweder an die Schraube e oder an das Achathütchen i anlegen, jenachdem man ihm eine dieser Stellungen giebt; im ersteren Falle überwiegt die Anziehung zwischen n und S_1, im letzteren zwischen n_1 und S_1; letztere Stellung hat das Stäbchen im Ruhestande des Apparates einzunehmen.

Wird nun durch das Niederdrücken des Tasters einer entfernten Station der primäre Strom einer Batterie in einer Drahtrolle kurz geschlossen und hierdurch in einer darüber gewickelten Drahtrolle, welche in die Leitung eingeschlossen ist oder einen Theil der letzteren bildet, ein momentaner Inductionsstrom erzeugt und durch die Umwindungen des Elektromagnetes gesandt, und erzeugt dieser Inductionsstrom bei n einen Nordpol und bei n_1 einen Südpol, so wird der Nordmagnetismus in n verstärkt, in n_1 geschwächt oder aufgehoben, und in Folge dessen muß S_1 von n an die Schraube e herangezogen werden und somit die Localbatterie schließen. Auch nach dem Aufhören des elektrischen Stromes bleibt S_1 mit e in Berührung, weil dann der Elektromagnetismus zwar verschwindet, aber die Anziehung zwischen n und S_1 überwiegend bleibt. Ein Zurückschlagen des Eisenstäbchens in seine vorige Stellung kann nur durch einen umgekehrten Strom erfolgen, und ein solcher wird beim Loslassen des Tasters nach den Gesetzen der Inductionsströme erzeugt. Dann entsteht in n_1 ein Nordpol und in n ein Südpol, die Anziehung zwischen n_1 und S_1 und die Abstoßung zwischen n und S_1 legen das Stäbchen wieder an das Achathütchen i an, wobei gleichzeitig der Strom der Localbatterie unterbrochen wird.

Es wird also das Eisenstäbchen so lange von dem Pole n angezogen bleiben und so lange die Localbatterie durch das Schreibwerk hindurch geschlossen halten, als der Taster der entfernten Station niedergedrückt bleibt. Da der Schließungsstrom immer gleiche Stärke mit dem Oeffnungsstrom hat, so braucht, wenn einmal das Eisenstäbchen $N_1 S_1$ mittelst

der Regulirungsschraube u seine richtige Stellung erhalten hat, eine Regulirung fast niemals wieder vorgenommen zu werden, welche Stärke auch die Inductionsströme haben mögen.

Die Verbindung des Tasters und der Inductionsrolle mit der Leitung und dem Relais wird im achtzehnten Capitel näher beschrieben werden.

164. Wie ist Stöhrer's Doppelstift-Schreibapparat construirt?

Bei dem Morse'schen Einstiftapparat ist die Richtung des elektrischen Stromes gleichgültig; in jedem Falle wird durch das obere Ende des Relais-Elektromagnetes, es mag Süd- oder Nordmagnetismus angenommen haben, der Eisenanker des Relaishebels angezogen und die Localbatterie durch das Schreibwerk hindurch geschlossen. Der Mechanikus Stöhrer in Leipzig hat unter Beibehaltung eines einzigen Leitungsdrahtes einen Schreibapparat mit zwei Schreibhebeln und Stiften construirt, welche nach Willkür des Telegraphisten unter Anwendung zweier Tasten abwechselnd in Bewegung gesetzt werden können, indem der Strom der Linienbatterie den Leitungsdraht bald in der einen, bald in der entgegengesetzten Richtung durchströmt und dabei auf ein eigenthümlich construirtes Relais so wirkt, daß die Localbatterie die Anziehung bald des einen, bald des anderen Schreibhebels bewirkt. Die Elementarzeichen (Punkt und Strich) können hier in zwei verschiedenen Linien auf dem Papierstreifen markirt werden, und es sind daher die Combinationen dieser vier Grundzeichen, welche die Buchstaben 2c. bilden, hier viel einfacher, als beim Morse'schen Apparate; demnach kann mit dem Doppelstiftapparat schneller telegraphirt werden.

Das Alphabet und die übrigen Zeichen, welche mit dem Doppelstiftapparate gegeben werden, sind folgende:

a b c ç d e f g h i k l

. .— —. .— . . .. .

— —. — .— . .. . ..

m n o p q r s t u v w

... — .. . . — . . .

... .—. . . — .

x y z j

.—. ... [oder .] — — [oder .] . [oder ..] —.. oder . [— —]

ch sch und ist der die das

. .. .

... .— . .... —. — — .

0 1 2 3 4 5 6 7

— — — . . —

— . .. ... —. . — — — —..

8 9 Punkt Komma Strichpunkt

— — .... — — — — — [oder] — —....

. . —

Fragezeichen Schlußzeichen Einschlußzeichen

— — ... [oder] . . . .

— — — —

Anführungszeichen Apostroph = Ausrufungszeichen

— — . . ..

... .

§ Bindestrich Neue Zeile.

. . .. — — —

. . .. . .

Außer diesen Zeichen sind noch eine große Menge ziemlich einfacher Zeichen verfügbar, da vier Grundzeichen .,˙,_ und ‾ zu zweien 16 mal, zu dreien 64 mal und zu vieren 256 mal combinirt werden können, was zusammen 340 Zeichen giebt, während beim Einstiftapparate die Grundzeichen 2, die

Combinationen zu zwei 4, die Combinationen zu drei 8 und die zu vier 16, also zusammen nur 30 betragen.

Der *Doppelstiftapparat* von *Stöhrer* enthält drei Haupttheile: Commutator, Relais und Schreibwerk.

Der *Commutator*, welcher in Fig. 95, 96 und 97

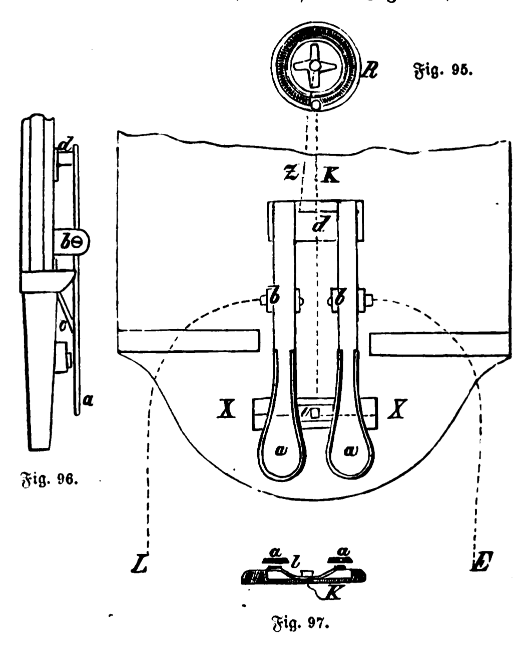


Fig. 95.

Fig. 96.

Fig. 97.

dargestellt ist (Fig. 97 ist ein Durchschnitt nach der Linie XX Fig. 95), besteht aus zwei messingenen Tasten a a, welche in den Charnieren b b sich drehen und vorn durch darunter befindliche Federn c dergestalt emporgehalten werden, daß sie im Ruhezustande mit den hinteren Enden auf dem Messingstück d fest aufliegen. Unter den Tasten

befindet sich eine Stahlfeder l, welche durch den Draht K mit dem Kupferpole der Linienbatterie R in Verbindung steht und nur dann mit der einen oder anderen Taste in leitende Verbindung tritt, wenn dieselbe niedergedrückt wird. Der Zinkpol dieser Batterie ist durch den Draht Z mit d, und daher auch mit den beiden Tasten so lange leitend verbunden, als dieselben nicht niedergedrückt werden. Die rechte Taste ist am Charnier b durch den Draht E mit der Erde, die linke Taste am Charnier b durch den Draht L mit dem Relais-Elektromagnet und der Leitung in Verbindung.

Wird eine der beiden Tasten niedergedrückt, so tritt dieselbe mittelst der Feder l in Verbindung mit dem Kupferpole der Batterie, aber wegen des gleichzeitigen Emporhebens von dem hinteren Gestell d außer Verbindung mit dem Zinkpole; beim Niederdrücken der linken Taste wird der Kupferpol durch dieselbe mit dem Leitungsdrahte L der Linie verbunden, während der Zinkpol durch die unberührte rechte Taste mit der Erdplatte in Verbindung bleibt; beim Drücken der rechten Taste hingegen ist durch dieselbe der Kupferpol mit der Erdplatte, der Zinkpol durch die ruhende linke Taste mit dem Leitungsdrahte der Linie verbunden. Daher geht nur so lange ein Strom durch die Hauptleitung, als eine Taste niedergedrückt ist; ferner ist die Richtung des Stromes entgegengesetzt, jenachdem die eine oder die andere Taste niedergedrückt wird. Im Ruhestande der Tasten aber kann ein von einer entfernten Station kommender Strom, nach dem Durchgange durch das Relais, durch beide Tasten ungehindert zur Erdplatte gelangen.

Bei der hier angegebenen Einrichtung, wo das Relais bei L eingeschaltet ist, geht der Strom auch beim Fortgeben von Depeschen durch das Relais der Abgangsstation, so daß der eigene Apparat jederzeit mitgeht; doch kann man durch einen am hinteren Ende der Tasten angebrachten Hebel, welcher beim Niederdrücken eine directe Verbindung mit dem

Leitungsdrahte hinter dem Relais herstellt, auch den eigenen Apparat beim Fortgeben von Depeschen ausschalten.

Das Relais, Fig. 98, hat die Aufgabe, durch die Localbatterie den Schreibapparat in Thätigkeit zu setzen; es

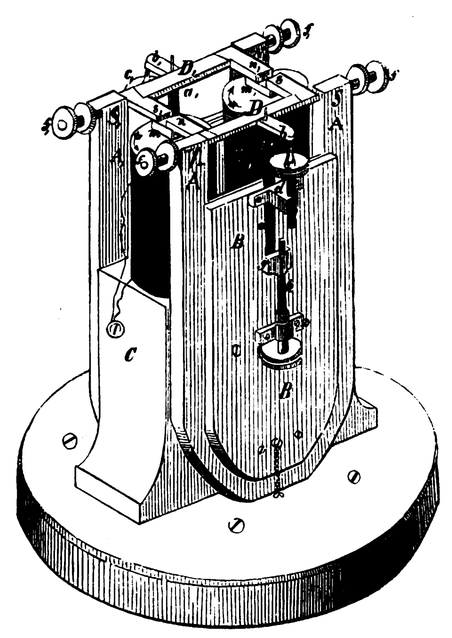


Fig. 98.

besteht aus zwei hufeisenförmigen, senkrecht stehenden, starken Stahlmagneten A und A_1, welche an ein Gestell C von trockenem Holze oder Marmor befestigt und gegen einander isolirt sind. Durch die oberen Enden N S und N_1 S_1 dieser Stahlmagnete gehen die Schrauben f und f_1, welche in

feine Spitzen endigen, in denen die Relaisanker D und D_1 leicht drehbar sind. Die mittleren Theile dieser Relaisanker sind von Messing, die rechtwinklig darauf stehenden Endstücke n s und n_1 s_1 von weichem Eisen, und es müssen daher die letzteren dieselbe magnetische Polarität besitzen, wie die ihnen zunächst stehenden Enden der Stahlmagnete. Sind also die Enden N und N_1 magnetische Nordpole, S und S_1 Südpole, so müssen die Enden n und n_1 ebenfalls Nordpole, s und s_1 Südpole sein. Zwischen den Enden n s und n_1 s_1 der Relaisanker und den eisernen Schenkelenden m und m_1 des Elektromagnetes M M_1 muß im Ruhestande des Apparates ein geringer Zwischenraum sein, damit eine leitende Verbindung zwischen ersteren und letzteren nicht stattfindet. Die Spiralfedern a und a_1, welche dicht neben der Drehachse der Relaisanker angebracht sind, streben, die Enden b und b_1 der Relaisanker niederzuziehen und die entgegengesetzten n s und n_1 s_1 emporzuheben, also den oben erwähnten Zwischenraum zu vergrößern; die Größe dieses Zwischenraumes wird durch die in den festen Ansätzen d d_1 sich drehenden Stellschrauben c c_1 regulirt. Die Mutter g, welche in der Messingplatte B ihre Führung hat, läßt sich durch die Schraube h auf- und niederbewegen und dadurch die Spannung der Spiralfeder a vergrößern oder vermindern.

Wenn der elektrische Strom durch die Windungen des Elektromagnetes geht, so erhalten bekanntlich die Pole m m_1 desselben entgegengesetzte magnetische Polarität, und daher muß je nach der Richtung des Stromes entweder der eine oder der andere Relaisanker mit beiden Enden angezogen werden, wodurch, wie mit Hülfe von Fig. 99 S. 214 gezeigt werden wird, der Schluß der Localbatterie erfolgt. Geht z. B. der positive elektrische Strom in der Richtung der auf dem Elektromagnet M M_1 verzeichneten Pfeile, so erhält das Ende m Nordmagnetismus und das Ende m_1 Südmagnetismus, daher wird das Ende s_1 des Relais-

ankers D_1 von m und das Ende n_1 desselben von m_1 angezogen; beim Umkehren des Stromes findet das Entgegengesetzte statt, nämlich n und s werden beziehungsweise von m und m_1 angezogen.

Nun ist nach Fig. 99 ein Pol der Localbatterie B mit den Eisenkernen m m_1 des Elektromagnetes M M_1 in leitender Verbindung, während der andere Pol mit beiden Relaisankern verbunden ist, so daß stets derjenige die Localbatterie in B durch einen der Schreibapparat-Elektromagnete I oder II hindurch schließt, welcher vom Relais-Elektromagnet angezogen wird. Werden z. B. die Enden n und s des Relaisankers D von den Schenkeln m und m_1 des Relais-Elektromagnetes angezogen, so geht der positive Strom der Localbatterie B vom Zinkpole durch die Flüssigkeit zur Kohle, von da mittelst des Drahtes v durch den Elektromagnet II des Schreibwerkes und aus diesem durch den Draht w in den Relaisanker D, von hier aus in die Eisenkerne m m_1 und im Drahte r zurück zum Zinkpole der Batterie. Werden dagegen s_1 und n_1 angezogen, so geht der Strom im Draht x in den Elektromagnet I des Schreibwerkes, durch den Draht y in den Relaisanker D_1 und aus diesem durch die Eisenkerne m m_1 und den Draht r in die Batterie zurück.

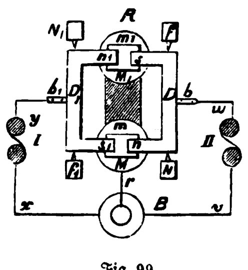


Fig. 99.

Das Schreibwerk ist dem des Einstiftapparates ähnlich, nur hat der Doppelstiftapparat zwei Schreib-Elektromagnete und zwei Schreibhebel, welche letztere so neben einander liegen, daß die Schreibstifte einander nahe stehen und die Zeichen auf zwei verschiedenen Linien im Papierstreifen hervorbringen. (Vgl. Fr. 112.)

Diese Doppelstiftapparate waren bei den bayrischen und sächsischen Staatstelegraphen in Gebrauch, bis wegen des Directdurchsprechens der Einstiftapparat im Gebiete des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins zur allgemeinen Anwendung kam.

165. Welche Einrichtung hat der Hipp'sche Schreibtelegraph?

Der Schreibstift des Hipp'schen Buchstaben-Schreibtelegraphen (vom Jahre 1851) macht, durch ein Uhrwerk getrieben, über dem Papier fortwährend den folgenden Zug:

[Schriftzug], in welchem alle zur Bildung des lateinischen Alphabetes nothwendigen Theile enthalten sind; durch Vermittelung des in entsprechenden Zwischenräumen hergestellten und unterbrochenen galvanischen Stroms schreibt der Stift jedesmal den Theil des Zuges auf dem Papier nieder, welcher dem bezüglichen Buchstaben entspricht. Der übrige Theil wird in der Luft beschrieben. Nur zwei Buchstaben fehlen in dem Zuge, das *x* und *y*; ferner ist nur ein langes *ſ* vorhanden, während das kurze *s* fehlt. Das *r* gleicht einem flüchtig geschriebenen *z* und das *m* hat seinen letzten Strich statt hinten vorn am Anfange des Buchstabens. Das Alphabet ist jedoch deutlich genug, um Irrungen zu verhüten.

Der Zeichengeber besteht aus drei Reihen von je acht Tasten, deren jede einem Buchstaben entspricht, welchen der Schreibstift beim Niederdrücken der Taste aus obigem Schriftzuge heraus aufzeichnet. Die Führung des Schreibstiftes, während er den obigen Zug beschreibt, besorgen zwei excentrische, verschieden geformte Scheiben; auf das Papier niedergelassen wird der Stift nur dann, wenn ein Theil des obigen Schriftzuges gezeichnet werden soll. Beim Niederdrücken einer Taste legt sich ein Hebel auf eine Walze, welche

an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche verschieden gestaltete Erhabenheiten trägt; so lange der Hebel auf einer solchen Erhöhung liegt, ist der Strom geschlossen. Während einer Umdrehung der Walze vollendet der Stift einmal seinen Zug; dann rückt das Papier ein Stück unter der Schreibspitze fort. Von der Lage und Form der Erhabenheiten hängt es daher ab, welchen Theil des Zuges der Stift beschreibt.

Dieser Apparat, welcher 130 Buchstaben in einer Minute niederschreiben kann, erfordert eine außerordentliche Genauigkeit in der Ausführung und im Gange der einzelnen Theile. Hipp entwarf auch einen elektrochemischen Buchstabentelegraphen, dessen metallener Stift, durch ein Uhrwerk bewegt, über einer Metallplatte beständig den Zug  beschrieb. Auf beiden Stationen machten die Stifte gleichzeitig denselben Zug und nach jedem Zuge wurde das Papier verrückt; so oft der Stift der telegraphirenden Station über einen Schriftzug des Originals wegging, wurde ein Strom nach der Empfangsstation gesandt und ließ dort denselben Zugtheil auf dem chemisch präparirten Papier entstehen.

Nahe stehen diesem Buchstabentelegraphen die Telegraphen von Barnes und von Bonelli, durch welche (und zwar bei ersterem auf elektromagnetischem, bei letzterem auf elektrochemischem Wege) erhabene römische Metalltypen telegraphisch copirt werden sollten, indem fünf mit den dabei benutzten fünf Leitungsdrähten verbundene Metallstifte über die Typen hinweggeführt wurden.

Vierzehntes Kapitel.

Die Copirtelegraphen.

166. Welche Aufgabe haben die Copirtelegraphen?

Mittelst der Copirtelegraphen beabsichtigt man Zeichnungen, Karten und Pläne, Copien von Handschriften, Stenographien, Musiknoten u. dergl. telegraphisch zu befördern. Die Aufgabe, einen Apparat herzustellen, welcher an einem entfernten Orte eine getreue Nachbildung irgend eines Schriftstückes oder einer Zeichnung telegraphisch entstehen läßt, harrt indeß noch einer befriedigenden Lösung. (Vergl. auch das Vorwort.)

167. Wer hat die Copirtelegraphen erfunden und verbessert?

Den ersten eigentlichen Copirtelegraphen stellte der Engländer Frederik Collier Bakewell in Hampstead Anfang 1848 her. Ihm folgten Bain (1850), Matthias Hipp in Reutlingen (1851), Du Moncel in Paris, Abbé Caselli in Florenz (1856), E. Lenoir in Paris und Andere.

168. Welches ist der Grundgedanke der Copirtelegraphen?

Schreibt man auf einem die Elektricität leitenden Stoffe, z. B. auf einem Stanniolblatte, mit einem nicht leitenden Schreibmaterial, z. B. mit Harzfirniß, einen Zug, verbindet man das Stanniolblatt mit dem einen Pole einer Batterie

und fährt man dann mit einem vom anderen Batteriepole ausgehenden Drahte über die beschriebene Oberfläche hin und her, so wird die Batterie in der nämlichen Weise abwechselnd geschlossen und geöffnet, wie der fortschreitende Draht abwechselnd auf das bloße Stanniol oder auf den Harzschriftzug kommt. Schaltet man nun in den Stromkreis eine Telegraphenleitung mit einem Empfangsapparate ein, in welchem ein Schreibstift genau gleichzeitig und durchaus auf dem nämlichen Wege über ein Papier hin und her geführt wird, wie jener Drahtstift über das Stanniol, und sorgt man dafür, daß der Schreibstift stets ein Zeichen auf das Papier macht, so oft und so lange die Batterie entweder geschlossen oder offen ist, so muß auf dem Papier eine getreue Nachbildung des Schriftzuges auf dem Stanniol entstehen. Allerdings wird die Nachbildung nicht ein zusammenhängender Zug sein, sondern aus neben einander liegenden Pünktchen oder Strichelchen bestehen und deßhalb dem Originalzug um so ähnlicher sein, je mehr Punkte dieses Zugs der Drahtstift getroffen hat, in je enger liegenden geraden oder gewundenen Linien er über das Stanniolblatt hinweggeführt wurde. Die Nachbildung besteht entweder aus farbigen Stkichelchen auf weißem Grunde, oder sie ist weiß in einem farbig schraffirten Grunde ausgespart, wie es z. B. Fig. 100 als Nachbildung des in Fig. 101 abgebildeten Originalzugs zeigt. Im ersteren Falle muß der Schreibstift farbig schreiben, so lange der Drahtstift auf einer nicht-leitenden Stelle des Originals liegt, im letzteren Falle, so lange der Drahtstift auf dem bloßen Stanniol liegt.

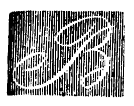


Fig. 100.

Fig. 101.

Die telegraphische Schrift wird meist auf elektrochemischem Wege (Bakewell, Caselli), besser auf elektromagnetischem Wege (Hipp, Lenoir), etwa ähnlich

wie bei den Schwarzschreibern erzeugt, weil dann die schon erwähnten Uebelstände der chemischen Telegraphen vermieden werden.

169. Welche Einrichtung hatte Bakewell's Copirtelegraph?

Bakewell versetzte durch ein Triebwerk zwei gleichgroße Metallcylinder mit genau gleicher Geschwindigkeit in rotirende Bewegung; einer derselben diente zum Geben, der andere zum Empfangen der Nachrichten; auf jedem lag ein auf eine fein geschnittene Schraubenspindel aufgesteckter Metallstift, welcher während der Drehung des Cylinders an der sich mit umdrehenden Spindel langsam fortrückte und also auf dem Mantel des Cylinders eine dichte Spirallinie beschrieb. Die beiden Cylinder der mit einander correspondirenden Stationen müssen gleichgroß sein und sich während des Telegraphirens gleichschnell umdrehen. Auf der gebenden Station wird das mit Harzfirniß geschriebene Original-Telegramm auf den Cylinder gelegt, auf der empfangenden das chemisch-präparirte Papier.

Charles Cros in Paris läßt den Stift um den langsam seitwärts bewegten Cylinder umlaufen und erhält den übereinstimmenden Gang der Stifte beider Stationen dadurch, daß er sie bei jedem Umlauf durch Elektromagnete 6mal anhält und gleichzeitig wieder losläßt.

170. Wie ist der Pantelegraph von Caselli eingerichtet?

Der Pantelegraph von Giovanni Caselli war 1865 auf der Paris-Lyoner Eisenbahn dem Publicum überlassen; das Blatt von dem Papiere, worauf die Telegramme zu schreiben waren, kostete 10 Cents; die Beförderungsgebühr eines Pantelegramms betrug 20 Cents für 1 □Centimeter (etwa 6—7 Cents für 1 Wort). Der Pantelegraph ist mit einem besonderen Läutewerk ausgerüstet. Das Papier

liegt auf einem der kreisbogenförmig gekrümmten Blech-Pulte m n r (Fig. 102), welche fest auf der Platte a ruhen. Ueber jedem Pulte geht ein Schreibstift im Zickzack hin und her, welcher von einer Stange t u an dem Rahmen c d getragen wird; der Rahmen c d aber sitzt am Ende eines Doppelhebels e s, welcher seine Drehachse in der Platte a hat und durch eine Zugstange e f mit einem 2 Meter langen und 16 Pfund schweren Pendel (dem Regulator) in Verbindung steht, so daß er dessen Schwingungen mitmachen muß. Der Schreibstift ruht auf einem kleinen Schlitten h oder k, welcher an einer die Schraubenspindel v v umfassenden Schraubenmutter befestigt ist, so daß Schlitten und Stift bei jeder Drehung der Spindel um ein Stück seitwärts verschoben werden. Diese Drehung der Spindel veranlaßt, daß eine Echappementgabel, welche an dem Doppelhebel e s angebracht ist, bei jedem Hin- und Hergange desselben an den einen oder den anderen von zwei Knöpfen z anstößt, sich dadurch abwechselnd von der einen und der anderen Seite in ein kleines auf der Spindelachse sitzendes Steigrad einlegt und dieses sammt der Achse um einen Zahn umdreht. Am unteren Theile des Doppelhebels befindet sich das Gegengewicht p p für den Rahmen c d nebst Zubehör. Jeder Stift schreibt nur beim Hingang über das Pult, nicht auch beim Hergang, weil dabei die Schrift leicht unregelmäßig wird; deßhalb hat Caselli zwei Pulte angebracht und läßt den Stift auf dem einen beim Hingang, den Stift auf dem anderen beim Rückgang des Doppelhebels arbeiten; während also der eine Stift auf dem Pulte aufliegt, ist der andere ein wenig davon abgehoben; das Heben und Senken der Stifte besorgt ein Anschlag in Verbindung mit einer Kautschukfeder. Es können demnach zwei Telegramme, auf jedem Pulte eins, auf einmal telegraphirt werden.

Der Regulator ist in einem gußeisernen Gestell aufgehängt, und die schwere Eisenlinse an seinem Ende schwingt

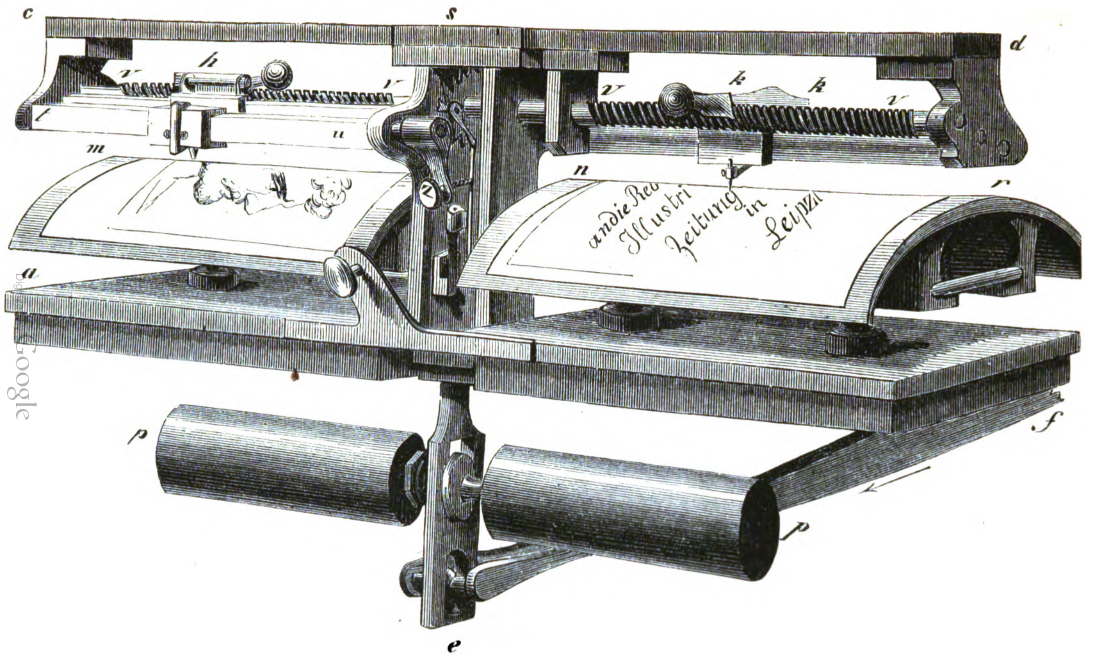

c
s
d
h
v
v
v
k
k
v
l
u
m
n
r
andie Red
Illustri
Zeitung
in
Leipzi
a
f
p
p
e

Fig. 102.

zwischen zwei, an den beiden Enden des kurzen Schwingungsbogens aufgestellten Elektromagneten hin und her, welche durch ihre auf die Eisenlinse ausgeübte Anziehung unter Mitwirkung eines Chronometers die Uebereinstimmung in den Schwingungen der Regulatoren der beiden mit einander verkehrenden Stationen zu erhalten bestimmt sind.

Auf die eigenthümliche Einschaltung der Batterien, das ziemlich verwickelte Spiel des ganzen Apparates und den Stromlauf beim Telegraphiren kann hier nicht weiter eingegangen werden.

171. Welche Eigenthümlichkeit hat Lenoir's Copirtelegraph?

Lenoir legt auf der Empfangsstation auf den umlaufenden, mit einer dünnen Schicht Farbe (Indigotinte) überzogenen Cylinder das Papier; über dem Cylinder liegt ein Elektromagnet, dessen Anker beim Unterbrechen des Stroms abfällt und einen Stift sanft gegen das Papier drückt, so daß ein farbiges Zeichen auf dem Papier entsteht. Am Ende des Telegraphirens legt man dieses Papier mit der farbigen Seite auf ein reines Papier, um eine dem Original gleichende Copie zu nehmen.

Behufs der Erhaltung des übereinstimmenden Ganges ist auf der Empfangsstation ein schnell umlaufendes Schließungsrad aufgestellt, welches den Strom einer Batterie dieser Station in regelmäßigen Pausen (bei jedem Umlauf 6mal) durch die Leitung sendet, und auf der telegraphirenden Station spricht ein Relais an, sobald sich dieser Strom mit dem Telegraphirstrom summirt, und schließt eine Localbatterie, deren Strom mittelst eines Elektromagnetes dessen sechsstrahligen Anker aufhält oder beschleunigt. Von der Achse des Schließungsrades oder des Ankers aus überträgt sich aber die Bewegung auf die beiden Cylinder, so daß diese in ihrem Gange übereinstimmen, wenn jene übereinstimmen.

Fünfzehntes Kapitel.

Die elektrischen Klingeln, Läutewerke, Wecker.

172. Welche Einrichtung haben die telegraphischen Klingeln?

Die elektrischen Klingeln für häusliche Zwecke haben zunächst einen sehr einfachen Zeichengeber, die Läutetaste. Diese enthält in einem Gehäuse von Holz oder Porzellan einen Knopf oder Griff, welcher für gewöhnlich durch eine Feder in einer gewissen Stellung erhalten wird, beim Druck mit dem Finger aber sich so weit bewegt, daß ein an ihm befindliches, mit dem einen Ende des Schließungskreises einer elektrischen Batterie verbundenes Metallstück sich auf ein zweites, das andere Ende jenes Schließungskreises bildendes Metallstück auflegt, somit die Batterie schließt und durch den Strom derselben ein in den Stromkreis eingeschaltetes Läutewerk ertönen läßt. Soll dabei der die Taste Niederdrückende zugleich darüber vergewissert werden, ob das durch den Strom zu gebende Signal wirklich entstanden und wahrgenommen worden ist, so wendet man eine Taste mit Rücksignal an; man bringt nämlich etwa im Tastengehäuse eine kleine Magnetnadel an, läßt dieselbe durch einen vom Strom umkreisten Elektromagnet während der Dauer des Stroms ablenken und sorgt zugleich dafür, daß die abgelenkte Nadel für den Strom im Tastengehäuse einen neuen Weg herstellt, so daß der Strom nun selbst dann nicht unterbrochen wird, wenn man den Finger von der Taste weg-

zieht; die Klingel auf der Empfangsstation läutet dann so lange, bis der Empfänger dort den Strom unterbricht, worauf die Nadel im Gehäuse in ihre Ruhelage zurückkehrt und jetzt ein kleines Schildchen mit der Aufschrift „hier“ durch einen Ausschnitt des Gehäuses sichtbar werden läßt. Das Läutewerk kann hier eine Glocke mit einfachem Schlag sein, deren Hammer oder Klöppel unmittelbar auf dem verlängerten Anker des Elektromagnets im Empfangsapparate befestigt ist und bei jeder Anziehung des Ankers einen Schlag gegen die Glocke führt; auf einer solchen Glocke lassen sich leicht durch Gruppirung der einzelnen Schläge verschiedene Mittheilungen machen. Häufiger wendet man indessen Lärmglocken mit Stromunterbrechung an, indem man (vergl. Fr. 129) den Elektromagnetanker oder den Klöppel in den Stromkreis einschaltet und bei seiner Bewegung nach der Glocke hin den Stromkreis unterbrechen, bei seiner Rückkehr in die Ruhelage aber wiederherstellen läßt. Man braucht dann blos die Taste so lange dauernd niederzudrücken, als man läuten will. Noch mehr Lärm schlagen die Doppelklingeln mit Stromunterbrechung; dieselben haben zwei Elektromagnete, zwischen denen der Anker mit dem Klöppel hin- und herschwingt und bei jeder Schwingung den Strom in dem ihn eben anziehenden Elektromagnet unterbricht, ihn aber bald nachher in dem anderen Elektromagnet herstellt. Sehr zweckmäßig ist es, bei solchen Glocken die Elektromagnete nicht durch eine wirkliche Stromunterbrechung zu entmagnetisiren, sondern dadurch, daß man (wie es Dr. Schellen in Cöln that) durch den in Folge der elektromagnetischen Anziehung sich bewegenden Anker eine Nebenschließung herstellt, d. h. eine kurze metallische Verbindung zweier Punkte des Stromkreises vor und hinter dem Elektromagnet; dann geht nämlich der allergrößte Theil des Stroms nicht durch die Elektromagnetrollen, sondern durch die Nebenschließung.

Anstatt bei einem Läutewerk ein Relais anzuwenden, kann man auf einen Vorsprung am Anker des Läutewerks-Elektromagnetes eine Feder auflegen, welche schon bei der schwächsten Bewegung des Ankers von dem Vorsprung abschnappt, sich auf eine andere Contactfeder auflegt und so eine Localbatterie schließt, deren Strom nun durch den Elektromagnet des Läutewerks geht und dessen Anker kräftig bewegt. Will man kräftige Schläge gegen die Glocke haben, so kann man dieselben durch ein von einer Feder oder einem Gewicht getriebenes Uhrwerk geben lassen und den elektrischen Strom blos zum Ausrücken dieses Triebwerks benutzen.

173. Wie sind die Signalwerke für häusliche Zwecke eingerichtet?

Bei den Signalwerken für häusliche Zwecke, z. B. für größere Gasthöfe, bekommen mehrere Signalleitungen eine gemeinschaftliche elektrische Klingel, und es muß dann neben der Klingel eine Vorrichtung (Tableau) angebracht werden, welche beim Läuten erkennen läßt, in welcher Leitung die Taste gedrückt wurde, in welches Zimmer sich also z. B. der gerufene Kellner zu begeben hat. Im Jahre 1855 erhielt Mirand in Paris die Medaille für seine Haus- und Hoteltelegraphen auf der Allgem. Industrie-Ausstellung. Schon zehn Jahre früher hatte Froment in Paris ähnliche Einrichtungen ausgeführt. Bei dem Hotel-Nadeltelegraphen befindet sich im Tableau in jeder Signalleitung ein Elektromagnet und vor den Polen desselben ein lothrecht hängender, nach oben in einen Zeiger verlängerter, permanenter Magnet, welcher durch den Strom vom Elektromagnet angezogen wird und selbst nach dem Aufhören des Stroms an dessen Polen haften bleibt, bis der Kellner das Zeichen bemerkt hat und den Magnet in seine Ruhelage zurückführt. Zuverlässiger sind die Tableauzeiger mit Fallscheibe, bei denen die Fallscheibe an

dem Elektromagnetanker in dessen Ruhelage festgehakt und nicht sichtbar ist; wird aber der Anker angezogen, so läßt er bei seiner Bewegung die Fallscheibe los, und diese fällt oder steigt nun entweder durch ihr Gewicht oder durch die Wirkung einer Feder herab oder in die Höhe, in lothrechter Richtung oder sich um eine Achse drehend, stets aber so, daß sie jetzt auf die eine oder andere Weise dem Kellner sichtbar wird und ihm die Nummer des Zimmers kundgiebt, in welchem die Taste niedergedrückt wurde, in dessen Signalleitung also der Strom kreiste und der Elektromagnet seinen Anker anzog. Auch hier braucht man für jedes Zimmer eine besondere Leitung nach dem Tableau, eine Taste und einen Elektromagnet mit Fallscheibe; für alle Zimmer eine gemeinschaftliche Klingel, Batterie und Rückleitung. Auch bei den Hoteltelegraphen läßt sich die Taste mit Rücksignal anwenden, man richtet dieselbe aber zweckmäßig so ein, daß der beim Niederdrücken der Taste in die Leitung gesendete Strom die Nadel im Gehäuse abstößt und das Zeichen „hier“ nicht sichtbar werden läßt; wenn aber dieser Strom wirklich das Sichtbarwerden der Fallscheibe im Tableau veranlaßt, so unterbricht die Fallscheibe bei ihrer Bewegung den Kreis dieses Stroms und schließt kurz darauf den Kreis eines stärkeren Stroms, welcher auch die Klingel (ohne Stromunterbrechung) in Thätigkeit setzt und den Elektromagnet in der Taste in entgegengesetzter Richtung umströmt, als der vorhergehende schwächere Strom, so daß dieser Elektromagnet die Nadel im Gehäuse anzieht, dadurch das Zeichen „hier“ erscheinen läßt und so dem Telegraphirenden Gewißheit verschafft, daß die Fallscheibe sichtbar geworden ist. Bringt darauf der Kellner die Fallscheibe in ihre Ruhelage, so hört auch dieser Strom auf und das Zeichen „hier“ verschwindet wieder.

174. Wie sind die elektrischen Läutewerke der Eisenbahnen beschaffen?

Um das Bahnaufsichtspersonal von dem Abgang der auf der Bahn verkehrenden Züge zu unterrichten, benutzt man meist optische Zeichen-Telegraphen, welche von den Bahnwärtern bedient werden. Um aber den Bahnwärtern und den Bahnarbeitern, besonders zur Nachtzeit und bei dichtem Nebel, auch hörbare Signale geben zu können, stellt man auf den Bahnhöfen und an den Wächterhäusern, anstatt der oder neben den optischen Telegraphen, elektrische Läutewerke auf. Diese Eisenbahn-Läutewerke sind gewöhnliche, mit Schlagwerk versehene Uhrwerke, welche durch die Wirkung eines Elektromagnets ausgerückt oder losgelassen werden, und nun eine bestimmte Anzahl Schläge auf einer oder zwei Glocken ertönen lassen. Das erste Läutewerk führte der Berliner Uhrmacher Leonhard aus; nach gegebenem Signal mußte der Bahnwärter das Läutewerk erst wieder einrücken, bevor ein neues Signal gegeben werden konnte; später fügte Leonhard noch ein zweites Uhrwerk hinzu, welches das Läutewerk nach jedem Signal wieder einrückte. Das erste sich von selbst nach jedem Signal wieder einrückende Läutewerk stellte Kramer 1847 auf der Strecke Magdeburg-Buckau auf; die Ausrückung desselben erfolgte durch einen Fallhammer, welcher in dem Momente, wo der Elektromagnet seinen Anker anzog, von letzterem freigelassen wurde, auf den Auslöshebel des Schlagwerks herabfiel und das Schlagwerk losließ; hatte letzteres einen Schlag auf die Glocke gethan, so wurde der Fallhammer durch das Triebwerk selbst wieder gehoben, der Auslöshebel nahm seine ursprüngliche Lage wieder ein und hemmte das Triebwerk. Aehnlich ist es bei den noch vollkommeneren Läutewerken von Siemens und Halske und von Teirich in Wien. Sehr vorzüglich arbeitet der Läute-Inductor von Siemens und Halske, welcher mit kräftigen magneto-

elektrischen Inductionsströmen betrieben wird, deßhalb kräftigere Abreißfedern an den Elektromagneten haben kann und die Läutewerke zuverlässiger schlagen läßt.

175. Was ist ein elektromagnetischer Wecker?

Der Wecker ist eine den elektrischen Klingeln und Läutewerken ähnliche Vorrichtung, durch welche man bei Nadel-, Zeiger-, und chemischen Telegraphen hörbare Zeichen giebt, um auf den Beginn des Telegraphirens aufmerksam zu machen. Schon Sömmering versah seinen Telegraphen (vergl. Fr. 106) mit einem Wecker mit Uhrwerk. Auch der von Cooke im März 1836 erfundene Wecker enthielt ein Uhrwerk, welches durch die Wirkung eines Elektromagnets losgelassen und durch eine Feder wieder arretirt wurde. In der Construction der elektromagnetischen Wecker giebt es eben so viele Verschiedenheiten wie bei den Klingeln und Läutewerken. Das Läuten durch die directe Einwirkung eines Elektromagnetes auf den Hammer einer Glocke ist nur bei kurzen Leitungen mit geringem Widerstande anwendbar, weil hierbei ein verhältnißmäßig starker Strom vorhanden sein muß. Das Läutewerk von Siemens und Halske mit Selbstunterbrechung wurde schon in Fr. 129 besprochen.

Ein namentlich in England vielfach verwendeter Wecker ist durch die Vorder-, Seiten- und Hinter-Ansicht, Fig. 103, 104 und 105, verdeutlicht. Sein Elektromagnet c ist durch Umwickeln von feinem isolirten Kupferdraht um zwei Cylinder von sehr weichem, reinen Eisen gebildet worden, und diese Eisencylinder sind an einem Ende durch ein Querstück d, welches ebenfalls aus weichem Eisen besteht, mit einander verbunden, so daß das Ganze einen hufeisenförmigen Magnet bildet. Vor den freien Enden dieses Magnetes ist eine Armatur a aus weichem Eisen in einer solchen Entfernung von demselben angebracht, daß sie von dem Elektromagnete kräftig angezogen wird, wenn der elektrische Strom durch

dessen Umwickelung geht. Die Armatur bewegt, wenn die Anziehung durch den Magnet erfolgt, einen kleinen Hebel, an dessen Ende ein Sperrzahn e (Fig. 103) angebracht ist,

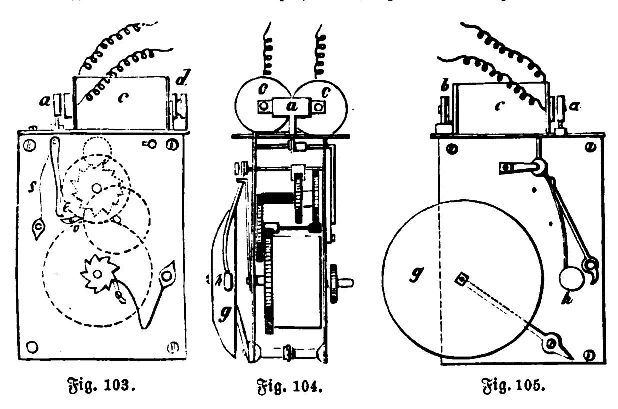


Fig. 103. Fig. 104. Fig. 105.

und zwar so weit, daß dadurch dieser Sperrzahn aus dem kleinen Sperrrade v tritt. Hierdurch kommt ein Uhrwerk, welches von einem Gewichte oder einer Feder getrieben wird, in Bewegung und läßt durch den Hammer h die Glocke g schnell ertönen. Sobald jedoch der Strom aufhört durch die Drahtwindungen zu gehen, verlieren die Eisencylinder ihren Magnetismus, eine kleine Feder s drückt die Armatur in ihre vorige Stellung zurück und den Sperrzahn e in das Sperrrad v, wodurch das Schlagwerk angehalten wird.

Der Wecker kann auf zweierlei Weise in die Telegraphenleitung eingeschaltet werden. In der ersten und ökonomischsten bildet der Draht des Wecker-Elektromagnetes eine Fortsetzung der Telegraphenleitung, welche nach den Telegraphenapparaten führt. In diesem Falle ist ein besonderer Ausschalter nöthig. Bei der einen Stellung desselben geht der elektrische Strom gleichzeitig durch den Wecker und die

anderen Telegraphenapparate, ehe er zur Erde fließt; bei einer anderen Stellung desselben ist der Wecker ausgeschaltet und der Strom geht direct vom Apparat zur Erde. Der Telegraphist kann daher den Wecker innerhalb des elektrischen Stromkreises lassen oder, um das beständige Schlagen der Glocke während des Telegraphirens zu vermeiden, durch Drehung des Umschalters das Schlagwerk ausschließen. Bei der zweiten Methode wird ein zweiter Draht für dasselbe angewendet, welcher nicht mit den Telegraphenapparaten, sondern nur mit den Schlagwerken der Stationen verbunden ist. Zur Bewegung der Glockenwerke verwendet man entweder Batterie- oder Inductions-Ströme.

176. Wie war Wheatstone's Läutewerk mit Uebertrager beschaffen?

Wie schon in Fr. 175 erwähnt wurde, ist bei längeren Leitungen die directe Einwirkung eines Elektromagnets auf den Hammer einer Glocke nicht zweckmäßig, weil hierzu ein zu starker Strom erforderlich ist. Während man dieser Schwierigkeit einerseits durch die Anwendung von Uhrwerken begegnete, die durch den elektrischen Strom nur ausgelöst oder gehemmt wurden, kam Wheatstone 1837 auf die sinnreiche Idee, einen Uebertrager oder Relais anzuwenden, d. h. durch den schwachen, von der entfernten Station kommenden Strom eine Localbatterie am Orte des Weckers zu schließen und den kräftigen Strom dieser letzteren mittelst eines besonderen Elektromagnets direct auf die Glocke wirken zu lassen. Diese Einrichtung Wheatstone's ist in Fig. 106 dargestellt. Den Uebertrager bildet der Multiplicator M, dessen Magnetnadel um die horizontale Achse cc leicht drehbar ist. Rechtwinklig zu dieser Achse ist der Doppelarm ik befestigt, welcher also in senkrechter Ebene drehbar ist. Das gabelförmig gestaltete, metallische Ende des Armes i taucht bei der Senkung in zwei auf

Messingsäulchen befindliche Quecksilbernäpfchen, welche dadurch in metallische Verbindung gesetzt werden; der andere Arm k dient nur als Gegengewicht, um die Nadel im Zustande der Ruhe in senkrechter Lage zu erhalten. Der eine Pol der Localbatterie K ist nun mit dem Messingsäulchen s, der andere mit einem Ende der Drahtumwindung des Elektromagnetes U, dagegen das Säulchen s_1 mit dem anderen Ende der letzteren in Verbindung gesetzt, so daß beim Eintauchen der Gabel i in die Quecksilbernäpfchen der Strom der Localbatterie durch den Elektromagnet U hindurch geschlossen wird und hier eine sehr kräftige Wirkung hervorbringt, weil der Widerstand einer solchen kurzen Leitung im Locale als verschwindend angenommen werden kann.

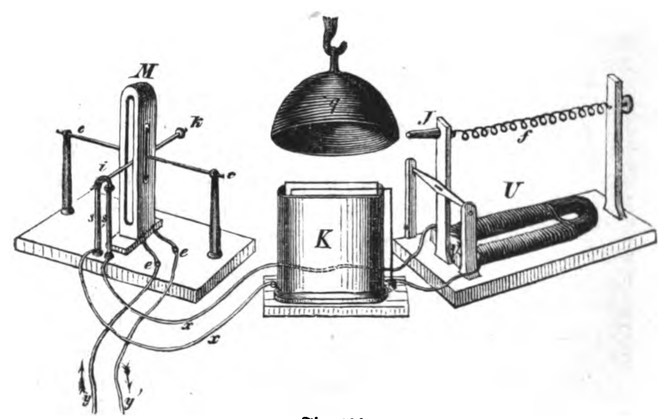


Fig. 106.

Wenn ein von der entfernten Station kommender Strom, der sehr schwach sein kann, durch den Leitungsdraht y in den Multiplicator M eintritt und durch den Draht y' nach der nächsten Station oder in die Erde geht, so wird die

Nadel so weit abgelenkt, daß die Gabel i in die Quecksilber-näpfchen taucht und den Strom der Localbatterie schließt. Dadurch wird die Armatur V und ein damit verbundener doppelarmiger federnder Hebel vom Elektromagnet U angezogen, so daß der Hammer J an die Glocke q stark anschlägt. Nach dem Aufhören des elektrischen Stromes geht die Nadel des Multiplicators mit Hülfe des Gegengewichts k wieder in ihre senkrechte Stellung zurück, und der Hammer J wird von der Glocke q, so wie die Armatur V von dem Elektromagnet U durch die Spiralfeder f zurückgezogen. Durch den Strom der Localbatterie könnte man auch ein Uhrschlagwerk auslösen.

177. **Was ist ein Postwecker?**

Auf Stationen, in welchen der Telegraphist noch andere Arbeiten zu besorgen hat, wie z. B. in Postämtern, in denen die Postbeamten den Telegraphendienst mit zu versehen haben, sind Wecker-Vorrichtungen nöthig, um diese Beamten herbeizurufen, wenn sie ein Telegramm aufnehmen sollen. Man kann dazu einfach einen Apparat aufstellen, welcher auf die Ströme, mit denen gewöhnlich und zwischen den anderen, in die betreffende Leitung eingeschalteten Stationen telegraphirt wird, nicht anspricht, auf dem aber hörbare Zeichen ertönen, sobald man entweder mit einem stärkeren Strom als gewöhnlich, oder mit einem Strom von anderem Vorzeichen telegraphirt. Man könnte auch die Apparate in ähnlicher Weise wie bei Schleifenlinien (vergl. Fr. 238) einschalten.

Sechszehntes Kapitel.

Elektrische Uhren. Sicherheitstelegraphen für Eisenbahnen.

178. Wie viel Arten elektrischer Uhren giebt es?

Die elektrischen Uhren werden entweder durch eine entfernt stehende Normaluhr mittelst einer elektrischen Batterie und Leitung in gleichen Gang mit jener gesetzt, oder ohne Anwendung eines Laufwerkes oder einer Normaluhr unmittelbar durch den elektrischen Strom in Thätigkeit gesetzt und erhalten.

Steinheil hat im September 1839 Uhren der erstbezeichneten Art zuerst in München zur Ausführung gebracht, indem er mittelst des elektrischen Stromes alle halben oder ganzen Stunden die Schlagwerke einer beliebigen Anzahl Uhren von einer Normaluhr aus in Gang setzte, worauf die Zeiger mit der Hand regulirt werden konnten.

179. Welche Einrichtung hatte Wheatstone's elektrische Uhr?

Die elektrische Uhr Wheatstone's (1840) stimmt im Wesentlichen mit seinem Zeigertelegraphen überein. Die Zeigerscheibe entspricht hierbei dem Zifferblatte einer Uhr und das Speichenrad wird durch eine Normaluhr in gleichmäßige Umdrehung versetzt. Das Speichenrad, welches sich in einer Stunde einmal herumdreht, hat 30 eingelegte, gegen einander

isolirte Metallstücke, so daß mittelst einer darauf liegenden Metallfeder in der einen Minute der Strom eine kurze Zeit in Umlauf gesetzt, in der nächsten Minute wieder unterbrochen wird. Beim Schließen der Kette wird der Anker eines Elektromagnetes angezogen, beim Oeffnen wieder losgelassen und sowohl beim Schließen als beim Oeffnen mittelst eines Echappements der Zeiger eines Minutenrades um 1 Minute fortgerückt. In die Drahtleitung können beliebig viele Uhren eingeschaltet werden, welche dadurch sämmtlich einen ganz gleichmäßigen Gang erhalten, doch muß die Stärke der Batterie dem Widerstande in der Leitung und in sämmtlichen Elektromagneten entsprechen. Wenn das Minutenrad der Normaluhr mit 30 eingelegten Metallstücken versehen ist und mittelst einer Feder der Strom in einer Minute 30 Mal hergestellt und 30 Mal unterbrochen wird, so zeigen alle eingeschalteten Uhren Secunden an, doch ist in diesem Falle der Gang der Normaluhr wegen der größeren Reibung zwischen der Feder und der Minutenscheibe nicht so sicher.

180. Wie ist Bain's elektrisches Pendel eingerichtet?

Das elektrische Pendel von Bain wird ohne Benutzung einer Normaluhr unmittelbar durch den elektrischen Strom in gleichmäßig schwingende Bewegung versetzt. Fig. 107 (S. 235) zeigt die Einrichtung desselben. B ist eine Kupferplatte, an welche mittelst einer elastischen Feder das Pendel D angehängt ist. Am oberen Theile dieses Pendels befindet sich ein Platinknöpfchen E, welches bei der Bewegung des Pendels nach rechts an das Metallstück J anstößt, im Ruhestande oder bei der Bewegung nach links von demselben getrennt ist. Den unteren Theil des Pendels bildet eine Drahtspule aus isolirtem Kupferdraht, von dem das eine Ende mit der Kupferplatte B, das andere mit dem Platinknöpfchen E in Verbindung steht, indem die von einander isolirten Drahtenden am Pendel emporgeführt sind.

Zu beiden Seiten jener Drahtspule befinden sich die gleichnamigen Pole S S′ zweier kräftiger Stahlmagnete. K ist eine in der feuchten Erde liegende Kupferplatte, Z eine ebendaselbst befindliche Zinkplatte; jene ist mit B, diese mit J durch einen Draht verbunden. Wenn das Pendel so weit nach rechts schwingt, daß E mit J in Berührung kommt, so bilden die beiden Platten K und Z eine geschlossene Erdbatterie, und es geht dann der positive Strom von Z zu K nach B, durch die Umwindungen der Spule, hierauf über E und J zurück zur Zinkplatte Z. Indem der Strom durch die Windungen der Spirale geht, wirkt dieselbe wie ein Elektromagnet, links entsteht ein Nordpol n, rechts ein Südpol s; demgemäß wird das Pendel nach links getrieben, weil Anziehung zwischen S und n, Abstoßung zwischen S′ und s stattfindet. Dadurch wird aber die Verbindung zwischen E und J aufgehoben, folglich der Strom unterbrochen. Durch den erhaltenen Antrieb schwingt das Pendel nach links und wieder so weit nach rechts, daß der Strom wieder geschlossen wird und das Pendel einen neuen Antrieb nach links erhält. Dieses Spiel geht so lange fort, als die Erdbatterie thätig ist, und es wird durch die Pendelbewegung ein Uhrwerk in Gang gesetzt.

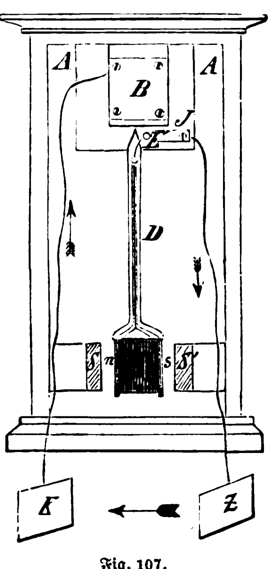


Fig. 107.

Bain hat auch solche elektrische Uhren construirt, welche

durch das Pendel einer Normaluhr in Gang gesetzt werden, indem bei dem höchsten Stande des Pendels nach links oder rechts jedesmal eine Batterie geschlossen, dadurch der Anker eines Elektromagnetes angezogen und ein Hemmungsrad mittelst eines Hakens in jeder eingeschalteten Uhr um einen Zahn vorwärts gerückt wird. Wenn das Pendel der Normaluhr in einer Secunde einmal hin- und herschwingt, so wird der Strom in jeder Secunde einmal geschlossen und dadurch jedes Hemmungsrad mit dem auf dessen Achse befestigten Zeiger um $^1/_{60}$ seines Umfanges herumgedreht.

181. Welche Einrichtung hat Garnier's elektrische Uhr?

Bei den vom Pariser Uhrmacher Paul Garnier ausgeführten Uhren wird die von einer Normaluhr angegebene Zeit einer beliebigen Zahl von secundären Uhren so mitgetheilt, daß alle gleichen Gang mit der Normaluhr haben. Die Unterbrechung des Stromes geschieht bei der Normaluhr nicht durch das Pendel, sondern durch ein besonderes System von Rädern, von denen das letzte in regelmäßigen Zeitabschnitten einen Hebel hebt und niederfallen läßt und dadurch die Unterbrechung und Wiederherstellung des galvanischen Stromes bewirkt.

Das in Fig. 108 (S. 237) dargestellte Hemmungsrad von Garnier weicht von den sonst gebräuchlichen wesentlich ab. A ist das Hemmungsrad, auf dessen Welle das Getriebe für das Minutenrad B sitzt, C die Metallplatte mit den Zapfenlagern für die Räder A und B. H ist ein Sperrhaken, welcher durch die Feder J so in die Zähne des Rades A eingelegt wird, daß eine rückläufige Bewegung des letzteren nicht vorkommen kann. D ist ein Winkelhebel, dessen Arm DE mittelst der Zugstange L, welche den Anker des Elektromagnetes trägt, niedergezogen und durch die Feder K, nach dem Aufhören des elektrischen Stromes, wieder emporgedrückt wird. Der obere Arm des Winkelhebels trägt einen

Querarm F mit einer daraufgeschraubten Feder, deren hakenförmiges Ende ebenfalls in das Hemmungsrad eingreift. G ist ein auf dem Arme DF festgeschraubter Graham'scher Anker, welcher bei jeder niedergehenden Bewegung des Armes DE, wobei die Feder an F einen Zahn vom Rade A mit fortzieht, in die Zähne dieses Rades eingreift und verhütet, daß zwei Zähne desselben auf einmal fortgenommen werden, oder daß die Bewegung dieses Rades schwankend und unsicher ist.

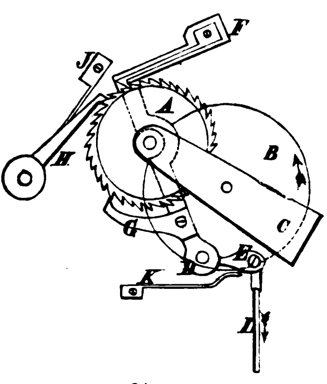


Fig. 108.

Von 5 zu 5 Secunden umkreist der Strom einmal den Elektromagnet, dadurch wird die Zugstange L niedergezogen und das Rad A um einen Zahn fortgerückt; dabei giebt der Sperrhaken H nach und gleitet über den nächsten Zahn hinweg. Der Anker G hat gleichzeitig seinen Haken in eine Zahnlücke des Rades A eingelegt und dadurch verhütet, daß zwei Zähne durch die Feder F weggezogen werden. Wenn der Strom wieder unterbrochen wird, so drückt die Feder K den Arm DE wieder empor und überhaupt den Winkelhebel D wieder in seine vorige Lage zurück, wobei der Sperrhaken H verhindert, daß das Rad an dieser rückgängigen Bewegung theilnehme, während der Haken G dieser Bewegung des Hebels folgt, um bei der nächsten Anziehung in die nächste Zahnlücke sich einzulegen. Von dem Rade A wird die Bewegung auf das Minuten- und Stundenrad in gewöhnlicher Weise übertragen.

182. Wie sind die elektrischen Uhren von Weare eingerichtet?

Die elektrischen Pendeluhren von Weare sind denen Bain's ähnlich und werden unmittelbar durch den elektrischen Strom, ohne Anwendung einer Normaluhr, in Bewegung gesetzt. Anstatt der Linse hat das Pendel eine horizontale Drahtspirale, welche beim Durchgange des elektrischen Stromes als Elektromagnet wirkt. Zu beiden Seiten dieser Drahtspirale befinden sich die entgegengesetzten Pole eines starken Stahlmagnetes, welche mit kleinen goldenen Spiralfedern versehen sind. An eine dieser Spiralfedern trifft ein Drahtende der Spirale jedesmal, wenn das Pendel eine Schwingung nach rechts oder links vollbracht hat, und hierdurch wird der Strom der Batterie dergestalt durch die Spirale geschlossen, daß die Pole derselben den gleichnamigen des Stahlmagnetes gegenüberstehen. Auf beiden Seiten erfolgt Abstoßung, doch überwiegt diese Abstoßung auf der Seite, wo sich die Pole nach vollbrachter Pendelschwingung am nächsten liegen. Das Pendel wird dadurch, so wie durch sein Gewicht genöthigt, nach der anderen Seite zu schwingen, vollbringt nach Unterbrechung des Stromes vermöge seines Beharrungsvermögens die nächste ganze Schwingung, worauf abermals ein Batterieschluß und eine Abstoßung wie vorher erfolgt. Der Stahlmagnet mit den kleinen Spiralfedern ist mit dem einen Pole einer Batterie, das zweite Ende der Drahtspirale durch die Aufhängefeder des Pendels hindurch mit dem anderen Pole der Batterie in Verbindung. Die Pendelbewegung wird nach den gewöhnlichen Regeln der Uhrmacherkunst auf das übrige Räderwerk übertragen.

Weare hat auch elektrische Uhren gebaut, bei denen eine Magnetnadel, die auf der Achse einer Unruhe sitzt, durch den Strom einer Batterie abgelenkt wird und dabei die Unruhe in Bewegung setzt. Der Schluß der Batterie findet

allemal statt, wenn die Magnetnadel im magnetischen Meridian steht, die rückgängige Bewegung der Nadel erfolgt theils durch die Wirkung einer Spiralfeder, theils durch die Richtkraft der Erde.

183. Wie sind Stöhrer's Uhren eingerichtet?

Die elektrischen Uhren von Stöhrer gehören zu denen, welche durch eine Normaluhr in Bewegung gesetzt werden, doch unterscheiden sie sich hauptsächlich dadurch von den oben beschriebenen, daß sie durch Ströme von abwechselnd entgegengesetzter Richtung in Bewegung gesetzt werden. Die Normaluhr (in Leipzig, wo gegen 70 elektrische Uhren von Stöhrer an verschiedenen Punkten der Stadt sich befinden, die Rathhausuhr) schließt mittelst Quecksilbercontacte eine Minute lang den Strom einer Batterie in einer Richtung durch die Leitung hindurch, in der nächsten Minute in der entgegengesetzten Richtung und so fort. Die Bewegung der Zeiger aller in die Leitung geschalteten Uhren erfolgt wie bei den Stöhrer'schen Zeigertelegraphen und ist durch Fig. 109 veranschaulicht.

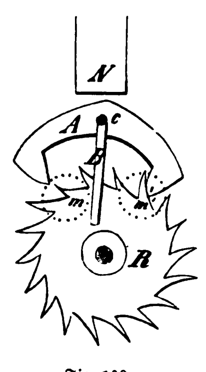


Fig. 109.

Die punktirten Kreise m und m' sind die Pole des Elektromagnetes der Uhr; zwischen denselben befindet sich ein Eisenlappen B, der mit dem Haken A fest auf der horizontalen Welle c sitzt und von einem starken Stahlmagnet N dauernd magnetisch inducirt ist. Da nun die Pole m und m' nach Verlauf jeder Minute gewechselt werden, so wird der Lappen B eine Minute lang von m angezogen und von m' abgestoßen, die darauf folgende Minute von m' angezogen

und von m abgestoßen. Dies bewirkt von Minute zu Minute eine hin- und hergehende Bewegung des stählernen Hakens A, welcher durch Eingreifen in die Zähne des Steigrades R dessen stoßweise Fortbewegung (um je einen halben Zahn) hervorbringt. Auf der Welle des 30 Zähne enthaltenden Rades R sitzt der Minutenzeiger, welcher demnach in einer Stunde eine Umdrehung macht.

Diese Bewegungsmethode mit umgekehrten Strömen hat den Vortheil, daß der Zeiger niemals mehr als ein Minutenfeld vorwärts springen kann. Wenn wegen mangelhaften Contacts der Strom einmal aussetzt und gleich darauf wieder eintritt, bleibt dennoch der magnetische Lappen B währenddem von dem einen Pole des Elektromagnetes, der dann nur als Eisenstück, nicht als Magnet wirkt, angezogen, weil er blos durch Umkehrung des Stromes, d. h. durch erfolgenden Polwechsel in dem Elektromagnet nach dem anderen Pole des letzteren hinübergetrieben werden kann.

184. Welche telegraphische Vorkehrungen sollen gegen den Zusammenstoß zweier Eisenbahnzüge schützen?

Zur Erhöhung der Sicherheit für die auf Eisenbahnen verkehrenden Züge ist es wünschenswerth, das Zugspersonal sowohl als die Beamten zweier benachbarter Stationen A und B von dem Verkehr der Züge auf der zwischen diesen Stationen liegenden Strecke in laufender Kenntniß zu erhalten. Um zu verhüten, daß zwei Züge auf demselben Geleise sich entgegenfahren, braucht man nur von A den Zug nicht eher abfahren zu lassen, als bis man B vom Abgang des Zugs unterrichtet und sich von der Ankunft dieser Meldung in B vergewissert hat; auch bleibt dann in B das Signal stehen, bis der Zug dort angekommen ist. Eine zweckmäßige telegraphische Einrichtung für diesen Zweck stellte Regnault schon 1847 auf der Bahn von Saint Germain her und verbesserte sie später noch. Auch dem

Zugpersonal könnte man die gegebenen Zeichen sichtbar machen, wenn man in gewissen Entfernungen an der Bahn ähnliche Apparate aufstellte, wie auf den Stationen.

185. Wie läßt sich der Verkehr der Züge automatisch controliren?

Durch automatische Telegraphen kann man leicht den Verkehr der Züge controliren. So stellte Bréguet schon 1847 in Entfernungen von je 20 Metern an den Telegraphenstangen je 2 Metallplatten parallel über einander auf, von denen die untere mit der Erde, die andere mit der Luftleitung nach der nächsten Station leitend verbunden war; da nun der vorbeigehende Zug beide Platten zur Berührung brachte, so konnte im Momente der Berührung von der Station ein Strom durch die Leitung gehen und ein Zeichen geben; aus der Zahl der Zeichen konnte man dann auf die Geschwindigkeit des Zugs schließen. Bei mehrgeleisigen Bahnen wäre für jedes Geleis ein besonderer Draht nöthig. Bellemare wendete einen Ruhestrom (vgl. Fr. 157) an, den er in Entfernungen von je 100 Metern durch den Zug unterbrechen ließ. Steinheil ließ jeden Bahnwärter beim Vorbeifahren des Zugs den Strom unterbrechen und die so gegebenen Zeichen durch ein Tintengefäß am Elektromagnetanker auf einen von einem Uhrwerke gleichmäßig bewegten Papierstreifen schreiben.

186. Wie ruft man bei Unglücksfällen telegraphisch Hilfe herbei?

Um bei eintretenden Unglücksfällen telegraphisch Hilfe herbeirufen zu können, braucht man nur in gewissen Entfernungen, z. B. in jedem Wächterhaus, einen Zeichengeber aufzustellen, mittelst dessen man nach der nächsten Station Zeichen geben kann; um aber nicht an allen diesen Punkten Batterien aufstellen und unterhalten zu müssen, schaltet man dann die ganze Linie zum Telegraphiren mit Ruhestrom ein.

Es läßt sich dies schon bei den gewöhnlichen Läutewerken ausführen, wobei dann der Ruhestrom durch die Elektromagnete die Läutewerke arretirt hält, bis der Strom unterbrochen wird. Frischen brachte nach einem Patent vom 25. Januar 1855 an den Läutewerken der hannöverischen Bahnen Schließungsräder mit einer aufschleifenden Feder an, damit, wenn bei einem Unglücksfall ein solches Läutewerk mit der Hand in Gang gesetzt wurde, der Ruhestrom in der Leitung so oft und in solchen Zwischenräumen unterbrochen wurde, daß aus den auf Morseapparaten niedergeschriebenen Punkten und Strichen die Nummer des Wächterhauses erkannt werden konnte, von welchem der Hilferuf ausging. Noch vorzüglicher ist es, wenn der Zug einen vollständigen tragbaren Apparat mit sich führt, der an jeder Stelle der Bahn in die Glocken- oder Morse-Leitung eingeschaltet werden kann. Einen Vorschlag hierzu scheint zuerst Wheatstone oder Bain (1841) gemacht zu haben; in Deutschland Fardely, Steinheil, Stöhrer, Gintl (1851); Bréguet erfand seinen tragbaren Telegraphen 1848.

187. Können die Beamten eines Zugs telegraphisch mit einander verkehren?

Einen telegraphischen Verkehr zwischen den Beamten eines langen Zuges suchte 1853 der Ingenieur Hermann der Orleansbahn erfolgreicher als vor ihm Bréguet zu ermöglichen; er bildete aus je zwei Guttaperchadrähten auf jedem Wagen und den eisernen Verbindungsketten der Wägen einen Stromkreis mit Ruhestrom, welcher beim Reißen einer Verbindungskette oder beim Niederdrücken von Tasten seitens der Schaffner unterbrochen wurde und Lärmsignale oder bestimmte Zeichen beim Zugführer ertönen ließ. Auch später (z. B. 1866 von Prud'homme) wurden wiederholt ähnliche Einrichtungen angegeben, durch welche das Zugdienstpersonal oder die Fahrenden mit dem Zugführer in telegra-

phische Verbindung gesetzt werden sollten. Einen nicht-elektrischen Eisenbahnwagen-Telegraphen gab O'Reill 1858 an.

188. Läßt sich ein fahrender Zug mit benachbarten Stationen telegraphisch verbinden?

Eine Einrichtung zur telegraphischen Verbindung zwischen dem fahrenden Zuge und den benachbarten Stationen brachte zuerst Tyer de Dalton 1851 auf der London-Dover Bahn zur Anwendung. Tyer befestigte in gewissen Entfernungen an der Bahn entsprechend lange, durch Guttapercha-Drähte mit der Telegraphenleitung verbundene Metallstreifen, auf welche federnde Metalltheile an der vorbeigehenden Locomotive aufschleiften, um diese mit der Leitung in Verbindung zu setzen und zum Empfangen und Geben von Nachrichten zu befähigen. 1855 erfand Bonelli seinen Locomotivtelegraphen; er legte von Station zu Station zwischen den Schienen eine als Telegraphenleitung dienende isolirte Eisenschiene, ließ auf dieser eine von der Locomotive herabreichende Feder oder Rolle aufschleifen und setzte so einen auf der Locomotive befindlichen Apparat nebst Batterie in leitende Verbindung mit den beiden Nachbar-Stationen. Aehnlich, doch vollständiger, aber auch noch weniger einfach war die von Du Moncel angegebene Einrichtung, bei welcher zwei Leitungsdrähte nöthig waren und in gewissen Pausen mit einem Zeichenapparat, einem Läutewerke und einem tragbaren Apparate auf der Locomotive in Verbindung gesetzt wurden. Fernandez de Castro suchte zwei auf demselben Geleise fahrende Züge in telegraphische Verbindung mit einander zu setzen.

189. Wie unterrichtet man den Locomotivführer telegraphisch vom Zustande der Bahn?

Wiederholt wurden, z. B. von Regnault, von Willoughby Smith u. A., Apparate vorgeschlagen, durch

welche man selbstthätig dem Locomotivführer rechtzeitig telegraphisch Gewißheit über Gefährdung des Zugs oder Gefahrlosigkeit geben wollte, namentlich über die Stellung von Weichen, Drehscheiben, Verkehr von Zügen in Tunneln u. s. w. Am einfachsten erfolgt dies durch Scheiben oder den Fallscheiben (vgl. Fr. 173) ähnliche Flügel, deren Stellung mittelst elektrischer Ströme von der Stellung der Weichen, Drehscheiben ꝛc. abhängig gemacht wird und den Locomotivführer also über die Stellung der Weichen und Drehscheiben unterrichtet.

Siebzehntes Kapitel.

Von den Telegraphenleitungen und den Einwirkungen der atmosphärischen Elektricität auf die Leitungen und Apparate.

190. Was ist eine Telegraphenleitung?

Eine Telegraphenleitung oder -Linie ist ein sehr langer Schließungsdraht zwischen den beiden Polen einer Batterie, in welchen Draht beliebig viel Telegraphenapparate eingeschaltet sind. Da dieser Draht zum Ausgangspunkte zurückkehrt, so würde jede Telegraphenleitung aus zwei neben einander laufenden Drähten bestehen müssen; doch kann man durch die Steinheil'sche Entdeckung den einen dieser Drähte dadurch entbehrlich machen, daß man die Erde zur Rückleitung benutzt, so daß der ganze Schließungsbogen zur Hälfte durch Draht und zur Hälfte durch die feuchte Erde gebildet wird.

Fig. 110 stellt die ältere Art der Drahtleitung vor, wo

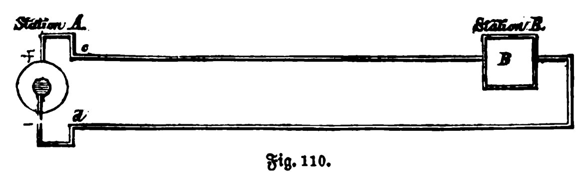


Fig. 110.

der Strom von + durch c B d im Drahte hin und zurück

geht bis zum —Pole der Batterie. Fig. 111 versinnlicht die neuere Methode nach der Steinheil'schen Entdeckung.

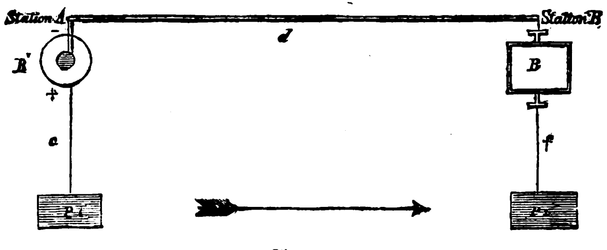


Fig. 111.

Der Strom geht hier vom +Pole der Batterie B' durch c zur Erdplatte P_1, durch das feuchte Erdreich zur Platte P_2 der entfernten Station, durch f nach Station B und endlich durch den Luftdraht d nach dem —Pole der Batterie der Station A zurück.

191. Wie viel Arten Telegraphenleitungen unterscheidet man?

Man unterscheidet hauptsächlich vier Arten: oberirdische, unterirdische, unterseeische und tragbare Leitungen.

192. Was ist eine oberirdische oder Luftleitung?

Eine oberirdische oder Luftleitung ist ein Metalldraht, welcher von einer Station zur anderen in der Luft ausgespannt und durch isolirende Körper so unterstützt ist, daß er keinen anderen Gegenstand als diese letzteren berührt, und daß bei nasser Witterung keine fortlaufende nasse Verbindung vom Drahte bis zur Erde stattfinden kann. In Deutschland wandten schon Weber (1833) und Steinheil (1837) Luftleitungen an, in England erst Cooke 1843.

193. Aus welchen Metallen werden die oberirdischen Leitungen hergestellt?

Zu oberirdischen Telegraphenleitungen hat man bis jetzt nur Kupfer- oder Eisendraht verwendet. Da, wo Leitungen mit großer Spannweite über Flüsse wegzuführen sind, stellt man sie aus Stahldraht oder Drahtseilen her. Während man in früherer Zeit dem Kupferdraht den Vorzug gab, werden die neueren Telegraphenleitungen fast nur mit Eisendraht ausgeführt. Kupferdraht hat den Vorzug, daß er die Elektricität etwa 6 Mal besser leitet als Eisen, daß er in der Luft durch Oxydation nur wenig zu leiden hat, daß er leicht zu spannen ist, und daß er als abgenutztes Material einen verhältnißmäßig größeren Werth hat als gebrauchter Eisendraht. Dagegen ist gegen den Kupferdraht einzuwenden, daß er sehr theuer ist, geringere Festigkeit besitzt als Eisendraht, daß er daher leichter reißt als dieser und mehr Unterstützungen bekommen muß, und daß er deßhalb leichter entwendet und verletzt werden kann. Von Kupferdraht werden 5 bis 6 Centner (à 50 — 60 Thlr.) auf die Meile gebraucht.

Eisendraht, welcher in der Regel in einer Stärke von circa $^3/_{16}$ Zoll zu Telegraphenleitungen verwendet wird, empfiehlt sich hauptsächlich durch seine Festigkeit, welche viel größere Spannweiten zwischen den Unterstützungspunkten gestattet als beim Kupferdraht. Deßhalb und wegen seines geringeren Werthes ist er nicht leicht Beschädigungen oder Entwendungen ausgesetzt. Bei der angegebenen Dimension hat der Eisendraht ungefähr eine 6 Mal so große Querschnittsfläche als der sonst verwendete Kupferdraht, also dieselbe Leitungsfähigkeit wie dieser. Auf eine Meile werden bei der angegebenen Stärke ungefähr 20 Centner Eisendraht (à 7—8 Thlr.) gebraucht. Nachtheilig ist beim Eisendraht hauptsächlich seine Fähigkeit zu rosten, weßhalb man denselben entweder recht gleichmäßig und zusammenhängend

verzinkt (2—3 Thlr. für 1 Ctr.) oder nach dem Aufspannen mit Asphaltlack anstreicht (für 1 Ctr. circa $^1/_2$ Thlr.), welcher Ueberzug jedoch in einigen Jahren wieder erneuert werden muß. Jetzt taucht man gewöhnlich den Draht nach dem letzten Ausglühen noch heiß in Leinöl ein.

194. Wie werden die einzelnen Drahtadern zusammengefügt?

Der Kupferdraht wird mit seinen Enden zusammengedreht und mit hartem oder weichem Loth gelöthet; ersteres ist zwar dauerhafter, doch wird beim Hartlöthen der Kupferdraht zu sehr erhitzt und erweicht, daß er nachher neben den Löthstellen leicht reißt. Anstatt des Löthens verbindet man an einigen Orten auch die Kupferdrahtenden einfach mit Metallklemmen, wie Fig. 112 zeigt, oder man biegt die Drahtenden a und b, Fig. 113, um und umwickelt sie dicht mit feinem Kupfer- oder Messingdraht.

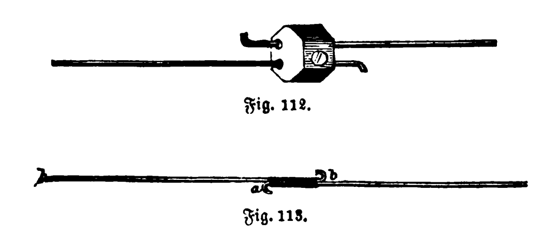


Fig. 112.

Fig. 113.

Die Eisendrahtadern werden zuerst bis zu einer Länge von 1200 Fuß zusammengeschweißt und dann entweder mit verzahnten Enden und übergeschobenen Messingmuffen oder bei übergelegten Enden und darüber gewundenem Messingdraht hart oder weich verlöthet. Sehr zweckmäßig ist die in Fig. 114 abgebildete Verbindung, bei welcher die Eisendrahtenden bei m einfach um einander geschlungen und zu beiden Seiten mehrmals umwickelt sind; über die ganze Ver-

bindung läuft noch ein bei c und c mehrfach um den Eisendraht gewickelter Kupferdraht in einigen Schraubenwindungen. Dem Zusammenschweißen der einzelnen kurzen Drahtadern zieht man wegen der Schwierigkeit und Unsicherheit dieser Manipulation das Zusammenlöthen in der Regel vor.



Fig. 114.

195. Woraus bestehen die Unterstützungen für den Draht?

Der Draht liegt in der Regel auf hölzernen Tragsäulen, die bei Anwendung von Kupferdraht 80 bis 180 Fuß, bei Eisendraht 100 bis 250 Fuß aus einander stehen und je nach dem Gewicht und der Zahl der daran aufzuhängenden Drähte verschiedene Stärke und Höhe haben. Die obere Stärke variirt zwischen 3 und 6 Zoll, die Höhe zwischen 16 und 32 Fuß. Wo viel Drähte an die Säulen gehängt werden, so wie an den Orten, wo sie in starken Krümmungen stehen, ist es wegen des Seitendruckes und der durch Wind erzeugten Schwankungen zweckmäßig, dieselben möglichst stark zu nehmen, in geringen Entfernungen und fest (4 bis 6 Fuß tief) in den Erdboden oder in Steinkegel einzusetzen, dieselben auch nach Befinden durch Streben zu stützen oder durch ein Drahtseil an einem festen Punkt anzuhängen. Als Schutz gegen die Fäulniß wurden früher die Säulen, so weit sie in die Erde zu stehen kamen, unten verkohlt und mit einer Mischung von Asphalt und Steinkohlentheer bestrichen. Da jedoch diese Methode gegen die Fäulniß von Innen nicht schützt, so werden die Säulen neuerlich häufig mit Kupfervitriol oder Zinkchlorid, sehr vortheilhaft aber mit kreosothaltigen Gastheerölen imprägnirt.

Da das Auswechseln der hölzernen Telegraphensäulen und das Umlegen der Leitungen kostspielig und für den

Telegraphenbetrieb störend ist, so hat man wiederholt Versuche mit Säulen aus Stein oder aus Stein und Eisen gemacht. So wurden an der Eisenbahn von Weißenfels nach Gera in 6 Fuß lange, 8 Zoll im Quadrat starke Sandsteinsockel 6 Fuß lange, $1^1/_2$ Zoll starke schmiedeeiserne Röhren eingelassen und mit Blei vergossen; bei Wegübergängen im Niveau sind die Sockel 9 Fuß lang, 10 Zoll im Quadrat stark, die Röhren 12 Fuß lang. In der Schweiz verwendet man viel conisch gewalzte eiserne Röhren und an einigen Stellen in Sachsen (auf Brücken und in felsigem Boden) gewalzte eiserne Säulen von kreuzförmigem (+) Querschnitt. Für die Indo-Europäische Linie setzte Siemens (in Rußland zur Hälfte, in Persien ausschließlich) 12 engl. Fuß lange, conische schmiedeeiserne Röhren in hohle, 7 Fuß lange und $2^1/_2$ Fuß in den Boden versenkte gußeiserne Sockel ein, an welche unten eine quadratische Fußplatte aus Eisenblech angeschraubt war. Auch alte Eisenbahnschienen hat man als Träger zu verwerthen gesucht.

Will man bei Telegraphenleitungen, welche an Eisenbahnen hinlaufen, den Betrieb der Bahn und der Telegraphen möglichst gegen Störungen sichern, so verwendet man sogenannte Doppelständer. Dieselben bestehen aus zwei Stangen, welche in 4 Fuß Entfernung von einander senkrecht eingegraben und sowohl oben und in der Mitte, wie unten mit einander verbunden, außerdem aber noch durch eine diagonale Strebe befestigt werden. Ein solches Doppelgestänge hat sich längs der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn auf der Strecke zwischen Berlin und Potsdam trefflich bewährt, obgleich dasselbe mit den Leitungen von zehn Bundes- und drei Eisenbahn-Telegraphen belastet ist. Neuerdings ist von Seiten der norddeutschen Telegraphen-Verwaltung die successive Herstellung von Doppelgestängen auf allen Linien angeordnet worden, welche eine größere Anzahl von Leitungen zu tragen haben.

196. Auf welche Weise wird der Draht gegen die Säulen und die Erde isolirt erhalten?

Die Isolirung des Drahtes wird auf sehr verschiedene Weise ausgeführt, doch muß bei jeder guten Isolirung der zwischen dem Drahte und der Säule befindliche isolirende Körper bei jeder Witterung ganz oder zum größten Theil trocken bleiben. Die Glockenform ist daher für Isolatoren die zweckmäßigste.

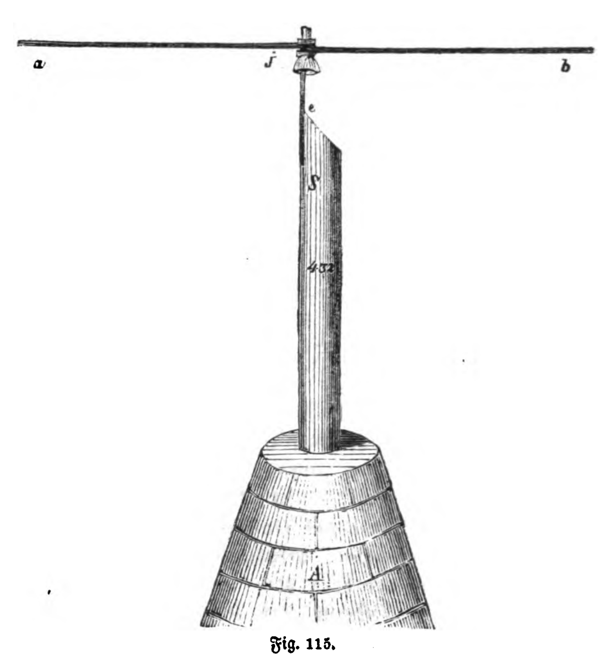


Fig. 115.

In Fig. 115 ist eine Säule mit Isolator für Kupferdraht von der in Oesterreich üblich gewesenen Form dar-

gestellt. S ist die Tragsäule, A ein Steinkegel, J ein glockenförmiger Isolator von Glas, e ein Eisenstab, welcher den Isolator trägt und an der Säule S angeschraubt ist; der Leitungsdraht a b wird 3 bis 4 Mal um den Hals des Isolators geschlungen, so daß er die entsprechende Durchsenkung oder Pfeilhöhe mit Rücksicht auf die Spannweite und die Temperatur erhält.

Eine andere Form von gläsernen Isolirglocken für Kupferdrahtleitungen ist in Fig. 116 dargestellt. Die Glasglocke wird mittelst einer Holzschraube auf die etwas zugespitzte Säule oben aufgeschraubt und der Kopf dieser Schraube mit Oelkitt verkittet, damit der Strom bei feuchter Witterung nicht durch diese Schraube in die Stange und zur Erde gelangen kann. Der Draht wird hier ebenfalls mehrere Male um den oberen Knopf der Glocke herumgeschlungen.


Fig. 116.

Die Isolatoren für Eisendraht müssen stärker sein und aus festerem Material bestehen und sind gewöhnlich von Porzellan, Steingut oder gebranntem Thon, zum Theil in Verbindung mit Eisen. Fig. 117 zeigt zwei Isolatoren, wie sie an den preußischen und sächsischen Staatstelegraphen-Leitungen zur Anwendung gekommen sind. Die Isolirglocken, welche entweder oben oder an der Seite der Säulen angebracht werden, bestehen aus Porzellan und sind mit Schwefel auf einen Eisenstab aufgekittet, welcher für die oberen Kopfträger in einer mit drei oder vier Schrauben auf der Säule befestigten gußeisernen Haube h festsitzt; die Träger der Seitenglocken bestehen aus einem gebogenen

Eisenstabe t, der durch zwei Schrauben und durch ein ebenfalls mit zwei Schrauben versehenes Querband n an der Säule befestigt wird. Der Eisendraht liegt in einer oben auf der Glocke befindlichen Rinne und ist durch den Bindedraht, welcher um den Hals der Glocke geschlungen wird, befestigt. Da diese Glocken jedoch häufig abgesprengt wurden, so construirte man dieselben später stärker oder versah sie mit einer gußeisernen Haube, auch wandte man zum Einkitten der eisernen Träger in die Köpfe Gyps an, entweder rein oder mit Eisenfeilspänen gemengt, oder auch mit flüssigem Leim gemischt.

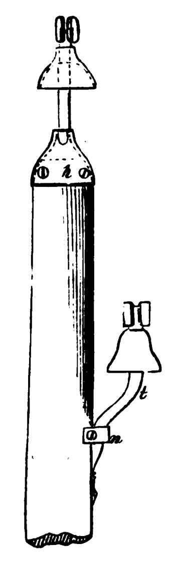


Fig. 117.

Eine von den verschiedenen Formen thönerner Isolirköpfe für Eisendraht-Leitungen ist in Fig. 118 (S. 254) dargestellt. Der Thonkopf, welcher oben einen Sattel und darunter ein Loch hat, ist auf einen Zapfen, welcher auf der Spitze der Säule ausgeschnitten ist, fest aufgesetzt. Der Leitungsdraht, welcher oben im Sattel liegt, ist mit einem durch das Loch gesteckten Stück Draht mittelst dünneren Bindedrahtes fest verbunden.

In England hat man seit der Entstehung der Telegraphenlinien Isolatoren der verschiedenartigsten Form angewendet, man ist jedoch bei den meisten Linien längere Zeit bei der in Fig. 119 (S. 254) abgebildeten Form stehen geblieben. Der eigentliche Isolirkopf besteht aus dem Körper S von gemeinem grauen Steinzeug und ist äußerlich nur mit Salzglasur überzogen. Der untere, kugelförmige Theil desselben ist zur Aufnahme des Leitungsdrahtes d einen

halben Zoll weit durchbohrt. Durch den Schlitz e wird der

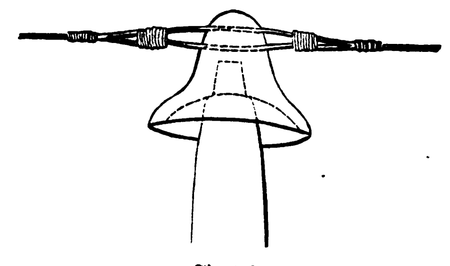


Fig. 118.

Draht eingelegt. In dem oberen, umgekehrt kegelförmigen Theile (in Fig. 119 links) ist behufs der Befestigung der

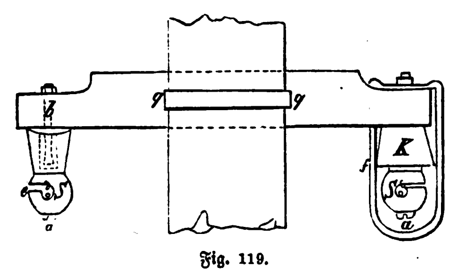


Fig. 119.

Köpfe an die hölzernen Querarme der Telegraphenpfähle ein eiserner Bolzen b eingegossen. Diesen oberen Theil des Isolirkopfes überdeckt eine Kapsel K von schwachem Zinkblech (in der Figur rechts), durch welche der Bolzen b hindurchgesteckt ist. Ehe diese Blechkappe übergesteckt wird, wird die obere Fläche des steinernen Kopfes, welche zu dem Zwecke, wie in der Figur links punktirt angedeutet, etwas trichterförmig gestaltet ist, mit dickem Mennigkitt überstrichen, damit zwischen dem Bolzen b und der Kappe keine

Nässe durchdringen kann. Die Telegraphensäulen tragen abwechselnd an zwei gegenüberliegenden Seiten die Querhölzer q, welche durch ein Eisenband und zwei Schrauben an die Säulen befestigt sind. Diese Querhölzer sind von hartem Holze und mit Oelfarbe angestrichen. Nachdem die Isolatoren an den Säulen angebracht sind, wird der verzinkte Leitungsdraht aufgelegt und an jedem Kopfe mit schwachem verzinkten Bindedrahte, welcher in die Nuth a am untersten Theile des Kopfes gelegt wird, umwunden und festgehalten.

In Krümmungen der Eisenbahnen, an welchen eine Leitung hinläuft, würden beim Bruche eines oder mehrerer Isolirköpfe die Drähte in das Fahrgeleise hereinhängen und durch ihre gegenseitige Berührung das Telegraphiren stören, aber auch den Bahnbetrieb gefährden; dort werden daher an die Querarme der Telegraphensäulen sogenannte Fangbügel ff mit den Isolirköpfen gleichzeitig angeschraubt, aus welchen der Draht nicht herausfallen kann. Ein vollständiger Isolator mit allem Zubehör kostet in England nicht mehr als 4 Sgr. 1 Pf., auf eine geographische Meile kommen circa 130 Stück für jede Leitung.

An einigen Orten, z. B. in Schweden, hat man Isolirköpfe von Guttapercha (vergl. Fr. 199) verwendet, die jedoch keine lange Dauer haben, da die Guttapercha an der Luft bald spröde und brüchig wird.

Um die Isolirglocken gegen Beschädigungen möglichst zu schützen, umgiebt man dieselben in vielen Staaten mit gußeisernen Glocken und kittet sie mittelst Schwefel in letzteren fest, so z. B. an preußischen, hannöverschen, oldenburgischen, mecklenburgischen, dänischen, russischen, türkischen, in neuester Zeit auch an österreichischen Linien. Die neueste Construction solcher Glocken ist in Fig. 120 bis 123 dargestellt und zwar stellt Fig. 122 im Durchschnitt und

Fig. 123 im Grundriß einen sogenannten Spannkopf vor, welcher etwa an jeder 10ten Säule angebracht und an welchem der Leitungsdraht fest eingeklemmt wird; bei den gewöhnlichen Isolatoren für die Zwischensäulen (Fig. 120 und 121) wird der Leitungsdraht nur in den Eisenstab c eingehängt. a bezeichnet die gußeiserne, b die Porzellanglocke. Bei der Construction dieser Isolatoren ist darauf Rücksicht genommen, daß die Porzellanglocke möglichst lang und von geringem Durchmesser sei, um, wenn sich Feuchtigkeit darin angesetzt hat, dem Uebergange des elektrischen

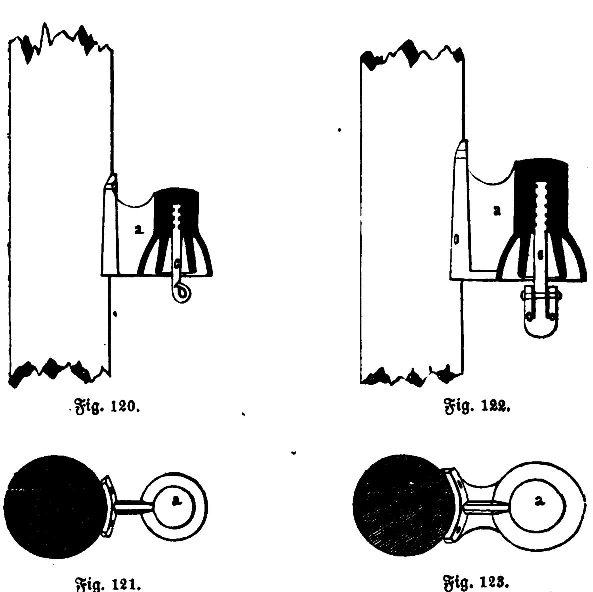
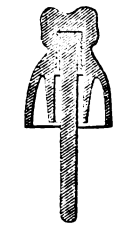


Fig. 120. Fig. 122.

Fig. 121. Fig. 123.

Stromes vom Eisenstabe c oder dem Leitungsdrahte zur Eisenglocke einen möglichst großen Widerstand entgegen-

zusetzen. Die älteren Isolatoren dieser Art, bei welchen durch Verwendung kurzer Porzellanhülsen, während feuchter Witterung eine ziemlich bedeutende Ableitung des Stromes von den Leitungen zur Erde, oder, was für die Correspondenz namentlich störend ist, von einer Leitung zur anderen stattfand, sind größtentheils beseitigt, so namentlich bei den Staatstelegraphenleitungen in Preußen, wo man in neuester Zeit bemüht gewesen ist, den Porzellanglocken, ohne Eisenglocke, eine solche Form zu geben, daß bei feuchter und nebeliger Witterung der Uebergang des Stromes von der Leitung zur Säule u. s. w. möglichst gehindert wird. Eine zu diesem Zwecke niedergesetzte Commission empfahl cylindrische Porzellanglocken von circa 6 Zoll Länge und 2 Zoll Durchmesser, während von dem Telegraphendirector Chauvin Porzellan-Doppelglocken nach der Form Fig. 124 in Vorschlag und Anwendung gebracht worden sind. Letztere Form gewährt den Vortheil, daß sie dem Stromübergange vom Drahte zur Säule einen verhältnißmäßig langen und schmalen Weg, demnach viel Widerstand, darbietet, und daß in der inneren Glocke beim Wechsel der Temperatur sich nicht so schnell Feuchtigkeit niederschlagen wird, wie bei Verwendung einfacher Glocken.


Fig. 124.

In England finden in neuerer Zeit ebenfalls Doppelglocken häufige Anwendung. Man überzieht daselbst den inneren Eisenstab noch mit einer Kautschukmasse, wodurch die Isolationsfähigkeit noch erhöht wird. Bei Isolatoren mit eiserner Schutzglocke hat man die innere Porzellanhülse auch durch hornisirte Kautschukmasse ersetzt, welche große Haltbarkeit und Dauer verspricht.

Eine sehr zweckmäßige (belgische) Befestigung der Isolatoren zeigt Fig. 125 und 126 (S. 258). Der Eisenbügel b b wird durch zwei Holzschrauben an der Holzsäule befestigt,

und trägt in seinem Hals die Isolirglocke g, in welche der eiserne Träger t eingekittet ist. Bei einer anderen, ebenfalls belgischen Vorrichtung hat der Isolator die Form eines Doppelkegels c (Fig. 127), um welchen der Leitungsdraht sich herumwickeln läßt; es kann aber auch der Draht durch ein Loch in c hindurchgesteckt werden. Der Bügel h endet in eine aufgehauene Klaue, mit welcher der Isolator in Mauerwerk befestigt und vergossen wird.

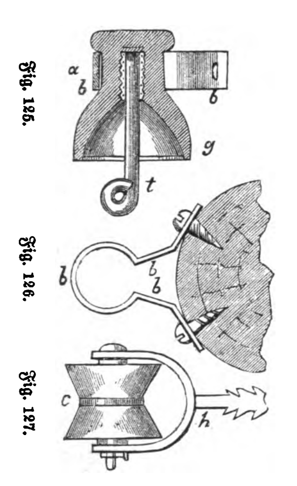


Fig. 125.
Fig. 126.
Fig. 127.

197. Wozu dienen die Spannvorrichtungen?

Werden die Drähte blos lose in die Isolatoren eingelegt, so können sie sich in ihnen verschieben, zu schlaff herabhängen, sich noch mehr dehnen und werden dann leicht einander berühren und so das Telegraphiren stören. Deßhalb muß man bei Linien mit mehreren Drähten besondere Spannvorrichtungen anbringen. Die Spannköpfe, welche etwas größer als die gewöhnlichen Isolatoren sind, wurden schon in Fr. 196 erwähnt. Soll eine wirkliche Spannung, namentlich Nachspannung zu schlaff gewordener Drähte, möglich sein, so dürfen die Drähte nicht um die gewöhnlichen Isolatoren herumgewickelt, sondern blos aufgelegt werden, so daß sie sich verschieben können; dagegen muß der Spannisolator einen beweglichen Theil enthalten, mittelst dessen der damit verbundene Draht angespannt werden kann. Sehr einfach läßt sich dies bei dem in Fig. 127 abgebildeten Isolator bewerkstelligen, wenn man an dem den Draht auf=

nehmenden Doppelkegel c einen Sperrkegel anbringt, welcher sich in ein an dem Bügel h festsitzendes Sperrrad einlegt.

198. Was versteht man unter einer unterirdischen Leitung?

Eine unterirdische Leitung ist eine solche, welche unter der Erde liegt und bei welcher der Draht, damit er nicht in unmittelbare Berührung mit der Erde komme, mit einem isolirenden Material, gewöhnlich mit Guttapercha oder auch mit Asphalt, wasserdicht umgeben ist.

199. Was für ein Stoff ist Guttapercha?

Die Guttapercha ist ein seit 1843 bekannter, dem Kautschuk verwandter, erhärteter Baumsaft, welcher von Wasser gar nicht und von Säuren nur sehr wenig angegriffen wird, bei 30° C. Wärme sich zu erweichen anfängt, bei 70° C. knetbar wird und dann leicht in alle Formen gebracht werden kann. An der Luft und im Lichte aber wird die Guttapercha bröckelig und zerbrechlich; wechselnde Nässe und Trockenheit zerstören sie bald, besonders im Sonnenlichte. Dieselbe ist ein vorzüglicher Nichtleiter für Elektricität.

Im Jahre 1846 begann der preußische Lieutenant W. Siemens die ersten Versuche, Telegraphendraht mit Guttapercha zu isoliren und in die Erde zu legen. Da die damals erhaltenen Resultate günstig waren, so wurden unterirdische Leitungen in Preußen, Sachsen, theilweise in Oesterreich (Ungarn, Lombardei) und anderen Ländern ausgeführt.

200. Wie erzeugt man mit Guttapercha überzogenen Draht?

Die rohen Guttapercha-Blöcke werden kleingeraspelt und in heißem Wasser eingeweicht, wobei sich Sand und andere fremdartige Beimischungen zu Boden setzen. Dann wird die Masse zwischen Rauhwalzen kleingerissen, durch heiße

Eisenkerne erwärmt und dünn ausgewalzt, wodurch die Unreinigkeiten vollends entfernt werden. Man läßt die Masse so lange unter beständigem Zusammenschlagen durch die Walzen gehen, bis sie ein chocoladebraunes, ganz gleichmäßiges Ansehen hat, und bringt sie dann, durch Wärme gehörig erweicht, in den zum Umpressen der Drähte bestimmten Apparat. Dieser Apparat besteht aus einem starken eisernen, horizontal liegenden, durch Dampf erwärmten Cylinder, in welchem ein Kolben mittelst einer Schraube (durch Dampfkraft) langsam eingedrückt wird. An dem vorderen Theile des Cylinders ist ein sehr massiver Kopf, mit den zur Durchführung der zu umpressenden Drähte bestimmten Mundstücken. Die Masse kommt aus dem Cylinder a (Fig. 128) und kann nur durch den conischen Raum b entweichen. Der zu umpressende Kupferdraht c wird von unten durch ein starkes Metallstück d d hindurchgeführt, so daß die Masse, welche bei e mit dem Drahte aus dem Mundstücke hervortritt, den Draht sehr fest umschließt

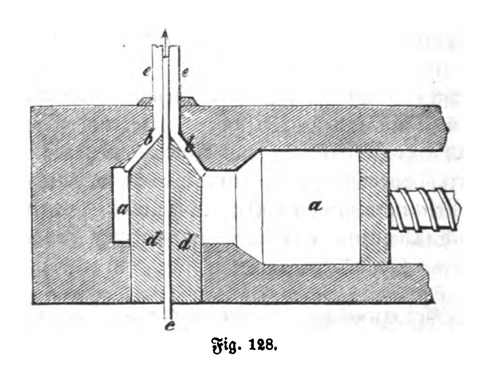


Fig. 128.

und mit sich durchpreßt. Die Geschwindigkeit des Drahtes beträgt ungefähr 1 Zoll in 1 Secunde. Das Einbringen

der Masse in den Cylinder muß mit Vorsicht geschehen, um wo möglich alle Luft wegzubringen, weil durch eingeschlossene Luft das Fabrikat beschädigt wird. Die umpreßten Drähte werden oben, nachdem sie durch nasse Schwämme und Tuchlitzen abgekühlt sind, auf einer Haspel aufgewunden.

201. Wie werden die unterirdischen Leitungen ausgeführt und welche Vortheile und Nachtheile haben dieselben?

Die unterirdischen Leitungen, zu denen nur Kupferdraht verwendet wird, werden 2 bis 3 Fuß tief in die Erde gelegt und erhalten in der Regel nur in der Nähe von Bauwerken oder überhaupt an solchen Stellen, wo eine Beschädigung leicht möglich ist, einen besonderen Schutz durch hölzerne, thönerne oder eiserne Röhren oder durch Cement. Die Drahtenden werden zusammengelöthet und mit heißer Guttapercha dicht umwickelt. Die unterirdischen Leitungen haben den Vortheil, daß sie den Augen Böswilliger entzogen sind, nicht leicht reißen können, bei Stürmen und bei Frost und Schnee nicht so gefährdet sind, wie die oberirdischen, und daß sie durch Gewitter fast gar keine Störung erleiden; dagegen haben sie auch viele Mängel, so daß die früheren unterirdischen Leitungen größtentheils wieder unbrauchbar geworden sind und durch oberirdische ersetzt werden mußten.

Diese Mängel, welche zum Theil von der Fabrikation herrühren, bestehen darin, daß der Draht nicht überall concentrisch in der Guttaperchahülle liegt und daher an einigen Stellen nur eine sehr dünne Decke hat, daß die Guttapercha bisweilen verdorben und nicht gehörig gereinigt ist, daß sie durch äußere Einflüsse leicht beschädigt werden kann und die Auffindung schadhafter Stellen schwieriger und zeitraubend ist. Dem ersten Uebelstande begegnet man jetzt durch Verwendung mehrfach überzogener Drähte. Das früher übliche Mischen der Guttapercha mit Schwefel ist längst als nachtheilig erkannt worden. Obgleich die bisher

gewonnenen Erfahrungen mit Grund hoffen lassen, daß diese Mängel bei jetzt anzulegenden unterirdischen Leitungen beseitigt werden würden, so hindern die großen Anlagekosten solcher Leitungen deren Anlage trotz ihrer zu erwartenden großen Vollkommenheit und Dauerhaftigkeit.

Die Drahtadern prüft man vor dem Einlegen in die Erde, indem man die zu prüfende Ader an einem Ende mit einer Batterie und einem empfindlichen Galvanometer in Verbindung bringt und in einen Wasserbottich so legt, daß das freie Ende derselben aus dem Wasser emporragt und in der Luft isolirt ist, während der andere Pol der Batterie mit dem Wasser im Bottiche in leitender Verbindung steht. Da auf diese Weise die elektrische Kette geöffnet ist, so kann nur dann eine Ablenkung am Galvanometer stattfinden, wenn der Guttapercha-Ueberzug irgendwo eine undichte Stelle hat, durch welche hindurch ein Zurückkehren des elektrischen Stromes nach dem anderen Pole der Batterie möglich ist. Die undichte Stelle wird dann dadurch ausgemittelt, daß der Draht nach und nach durch das Wasser gezogen wird; sobald die schadhafte Stelle mit dem Wasser in Berührung kommt, erfolgt ein Kettenschluß und folglich eine Ablenkung der Nadel des eingeschalteten Galvanometers.

202. Wie führt man unterirdische Leitungen in Städten aus?

Da die Guttapercha an der Luft nicht von langer Dauer ist, sondern bald spröde und brüchig wird, und da sie durch äußere Einflüsse leicht zu beschädigen ist, so umgab man, namentlich für Leitungen in Städten, den Guttapercha-Ueberzug noch mit einem Ueberzuge von Blei, wodurch Luft und Feuchtigkeit abgesperrt wird und mechanische Beschädigungen nicht so leicht vorkommen können. Fig. 129 zeigt den Querschnitt eines mit Guttapercha und Blei umhüllten Kupferdrahtes, wo der innere Kern den Kupferdraht, der darauf folgende Ring

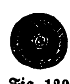


Fig. 129.

die Guttapercha und der äußerste Ring das Blei in natürlicher Größe andeutet.

Den Bleiüberzug erzeugt man theils dadurch, daß man in Streifen geschnittenes Blei um die Guttapercha herumdrückt, theils durch Umpressen des mit Guttapercha überzogenen Kupferdrahtes mit Blei mittelst einer hydraulischen Presse. Fig. 130 giebt eine Skizze der von Elliot in Berlin ausgeführten Vorrichtung für letztere Methode. A ist ein hohler gußeiserner Cylinder mit 12 Zoll starker Wand und circa 9 Zoll lichter Weite, B der durchbohrte Stempel einer hydraulischen Presse, C ein hohler Cylinder, welcher mittelst der Führungsstangen a a gleichzeitig mit dem Stempel der hydraulischen Presse gehoben wird. Das in dem Raume D befindliche Blei preßt sich um den mit Guttapercha umgebenen Draht, welcher letztere durch den Cylinder C und dann mit der Bleihülle durch die Höhlung des Stempels B geführt wird und am Punkte d austritt.

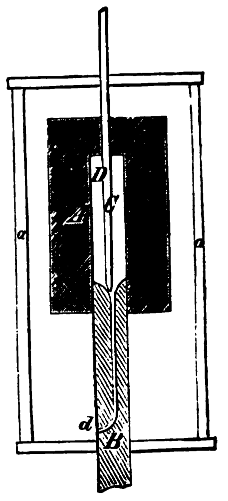


Fig. 130.

Diese mit Blei umhüllten Drähte werden entweder ohne weiteren Schutz in die Erde oder in stumpf zusammenstoßende, mit Decken versehene Thonkapseln eingelegt.

In einigen Städten hat man die mit Guttapercha umgebenen Drähte zwischen Ziegeln in Cement gelegt.

In Berlin sind die Staatstelegraphen-Leitungen, blos mit Guttapercha umhüllt, in gußeiserne Röhren eingelegt und

in Entfernungen von circa 180 Fuß aufwärtsgehende, bis an das Straßenpflaster reichende eiserne Ständer angebracht worden, wo die in Klemmen eingesteckten Drahtenden leicht erlangt werden können. Bei vorkommenden Untersuchungen werden die dicht geschlossenen Ständer geöffnet und die Drähte von einem Ständer bis zum anderen geprüft. Findet sich dabei ein unbrauchbarer Draht, so wird derselbe heraus- und ein anderer mittelst desselben eingezogen, so daß ein Herausnehmen der Röhren niemals nothwendig wird. Die eisernen Röhren sind nach den Ständern hin etwas geneigt, so daß sich etwa eingedrungene Nässe nicht darin aufhalten, vielmehr von den Ständern aus entfernt werden kann.

In Brüssel wurden 1866 Taue, welche 7 Guttapercha-Drähte in einer getheerten Hanfhülle, worüber noch ein getheertes Leinwandband gewickelt ist, enthalten, in geschlitzte gußeiserne Röhren gelegt.

In Paris hat man unterirdische Leitungen dadurch hergestellt, daß man Kupferdrähte in ausgehobenen Gräben ausspannte und sie durch Umgießen mit heißer Asphaltmasse gegen einander und den Erdboden isolirte. Die neuesten Pariser Stadtleitungen befinden sich in den unterirdischen Abzugscanälen. Die mit Guttapercha bekleideten Leitungsdrähte sind zu je 3, 5 oder 7 durch Umwickelung mit getheertem Bande in Taue vereinigt und diese noch mit einer 2 Millimeter starken Bleihülle versehen. Die Taue werden in Haken von galvanisirtem Eisen gelegt, welche in Abständen von je 80 Centimetern von einander im oberen Theile des Gewölbes 2 Meter über dem Trottoir des Abzugscanales befestigt sind.

In München sind im Jahre 1857 als unterirdische Stadtleitungen zwei mit Eisendrähten umwundene Telegraphentaue mit je 8 Leitungen gelegt worden (s. Fr. 206). Uebrigens werden Leitungen in Städten jetzt größtentheils oberirdisch geführt, auf eiserne oder hölzerne Säulen gelegt, oder auf Eisenstützen an den Häusern befestigt.

203. Was sind Nebenschließungen?

Nebenschließungen hat eine Telegraphenleitung, wenn sie dem elektrischen Strome gestattet, entweder durch Berührung zweier Drähte oder durch leitende Verbindungen mit der Erde sich in Zweigströme zu theilen, welche (auf kürzerem Wege) zur Batterie zurückgelangen, bevor sie die Endstation erreicht haben.

Wenn z. B. in Fig. 131 B die Batterie, A die entfernte Station mit dem Apparate und c d und e f die beiden Leitungen vorstellen, so wird der elektrische Strom, wenn wir uns die Nebenschließungen g, h und k wegdenken, folgenden Weg gehen müssen, um zur Batterie zurückkehren zu können:

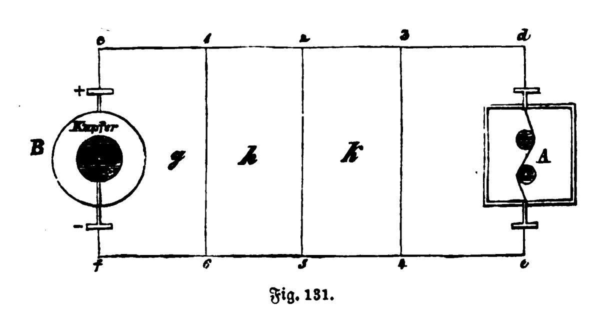


Fig. 131.

vom + Pol der Batterie B durch c d nach A, durch den Apparat und e f zum — Pole der Batterie zurück. Denken wir uns aber die Nebenleitung k, welche den Draht c d bei 3 und den Draht e f bei 4 berührt, so wird der Strom der Batterie zum Theil durch den näheren Weg, nämlich +, c, 3, k, 4, f, — gehen, obwohl auch noch ein Stromzweig durch d A e sich fortpflanzt. Denken wir uns aber mehrere solche Nebenschließungen, z. B. g, h, k, so gelangt nur ein sehr schwacher Strom bis A; denn der Strom wird sich theilen und seinen Weg größtentheils über +, c, 1, g, 6, f, —,

theils auch über +, e, 2, h, 5, f, — und über +, c, 3, k, 4, f, — nehmen.

Jede schadhafte Stelle einer unterirdischen Leitung erzeugt ebenfalls eine Nebenschließung.

204. Wie findet man schadhafte Stellen unterirdischer Leitungen?

Wenn die Leitung gänzlich zerrissen ist und die Enden nicht mit der feuchten Erde in Berührung sind, so daß gar kein Strom durch die Leitung gelangen kann (was das Galvanometer anzeigt), so kann man die Fehlerstelle finden, wenn an einer Endstation eine Batterie permanent mit der Leitung und der Erde in Verbindung gebracht, und an verschiedenen Stellen der Leitung eine mit einem Drahte verbundene Nadel durch die Guttapercha bis an den Kupferdraht eingestochen wird. Durch den Geschmack an dem mit der Nadel verbundenen Drahte erkennt man sogleich, ob die Unterbrechung näher nach jener Station oder weiter davon weg zu suchen ist, weil in letzterem Falle beim Berühren des Drahtes mit der Zunge, in Folge des durchgehenden Stromes, ein stechender Geschmack, in ersterem Falle dagegen gar keiner zu empfinden ist. Es ist leicht einzusehen, daß auf diese Weise die verletzte Stelle in immer engere Grenzen eingeschlossen und somit aufgefunden werden kann. Die durchstochenen Stellen der Guttapercha werden sofort wieder mit Hülfe einer Spirituslampe zugeschmolzen.

Wenn die Leitung nicht gänzlich unterbrochen, sondern nur der Guttaperchaüberzug verletzt, also Nebenschließung oder Ableitung vorhanden ist, so wird der zu untersuchende Theil der Linie an einem Ende mit einer Batterie und der andere Pol derselben mit der Erde verbunden, auch ein Galvanometer in die Leitung eingeschaltet, am anderen Ende die Leitung isolirt. Erfolgt dabei eine Ablenkung der Nadel des Galvanometers, so ist dies ein Beweis von stattfindender Ableitung, weil die schadhafte Stelle wie eine Erdplatte

wirkt. Indem mit beiden Hälften dieses Theiles der Linie dieselbe Untersuchung vorgenommen wird, erfährt man, auf welcher Hälfte der Fehler zu suchen ist. Durch dieses fortgesetzte Halbiren der mit der Ableitung behafteten Strecke wird jene in immer engere Grenzen eingeschlossen und endlich aufgefunden. Die zerschnittenen Stellen müssen mit Sorgfalt wieder zusammengelöthet und mit Guttapercha dicht umgeben werden.

205. Welche Einrichtung gaben Siemens und Halske dem Controlgalvanoskop zur Untersuchung der Leitungen?

Mittelst des Controlgalvanoskops soll der Linienwärter sich jederzeit überzeugen können, ob die Leitung in Ordnung ist, ob sie arbeitet oder nicht, und nach welcher Seite hin betreffenden Falls eine Unterbrechung zu suchen ist. Für diese Untersuchungen sind zunächst bestimmte Tageszeiten festgesetzt, zu denen die Stationen ihre Batterien dauernd mit der Leitung zu verbinden haben, sobald eine Leitungsstörung vorhanden ist. Das 1865 von Siemens und Halske für die russisch-amerikanischen Linien ausgeführte Controlgalvanoskop, dessen Einschaltung Fig. 132 schematisch zeigt, ist ein gewöhnliches Galvanoskop g in einem verschließbaren, durch isolirte Schrauben an der Wand befestigten Kästchen, dessen untere Deckelhälfte sich nach dem Aufschließen herabklappen läßt. Im Ruhezustande liegen die beiden metallenen Federn h und k an den Contactkegeln p und q an, so daß die Klemmschrauben, in welchen die Leitungen L_1 und L_2 enden, mittelst h und k, p und q und des Metallstreifens m kurz leitend verbunden sind und ein in der Leitung L_1 L_2

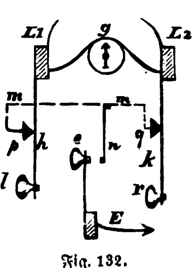


Fig. 132.

vorhandener Strom zum größten Theil diesen kurzen Weg nimmt. Drückt der Wärter den Knopf l oder r, so bleibt für den Strom in L_1 L_2 nur noch der Weg durch das Galvanoskop g und der Wärter ersieht es an dem Nadelausschlag, wenn auf der Leitung telegraphirt wird. Zeigt sich dauernd kein Nadelausschlag, so ist eine Unterbrechung vorauszusetzen, und dann drückt der Wärter gleichzeitig mit dem Knopf l oder r den Knopf e und verbindet dadurch den Streifen m über n mit der Erdleitung E; dadurch sind beide Leitungszweige L_1 und L_2 mit der Erde verbunden, der eine unmittelbar, der andere durch g; wechselt also der Wärter mit dem Niederdrücken der Knöpfe l und r ab, und haben die Stationen ihre Batterien dauernd eingeschaltet, so erhält er von der einen Seite Strom, von der anderen nicht und erfährt so, nach welcher Seite die Linie unterbrochen ist. Schlägt z. B. die Nadel aus, wenn l und e niedergedrückt werden, so ist L_2 in Ordnung und die Unterbrechung liegt in L_1. Gleiches erfahren alle übrigen Leitungswärter.

206. Wie sind die unterseeischen (submarinen) und die Flußleitungen beschaffen?

Leitungen, welche zur Ueberschreitung von Flüssen oder Seen auf den Grund derselben versenkt werden, bestehen aus einem oder mehreren kupfernen Leitungsdrähten, welche mit Guttapercha umgeben und mit getheertem Hanf dicht übersponnen sind; als äußere Schutzhülle werden gewöhnlich spiralförmig gewundene Eisendrähte oder Drahtseile verwendet, welche nicht nur den Zweck haben, die Hanflage dicht an die Guttapercha anzupressen, sondern auch die so gebildeten Taue vor äußeren Beschädigungen möglichst zu sichern. Taue für Telegraphenleitungen durch Flüsse schützt man vor Beschädigungen durch Schiffsanker dadurch, daß man sie entweder in die Flußsohle einbaggert, wie in der Elbe bei Pillnitz, oder daß man sie mit einer gußeisernen Schutz-

kette, deren Glieder im Querschnitt einen Ring bilden, umgiebt, wie im Rhein bei Worms. In den Figuren 133 bis mit 137 sind die Querschnitte einiger Telegraphentaue in natürlicher Größe dargestellt. Zwischen Scheveningen (beim Haag) und Orfordneß (England) liegen in einer

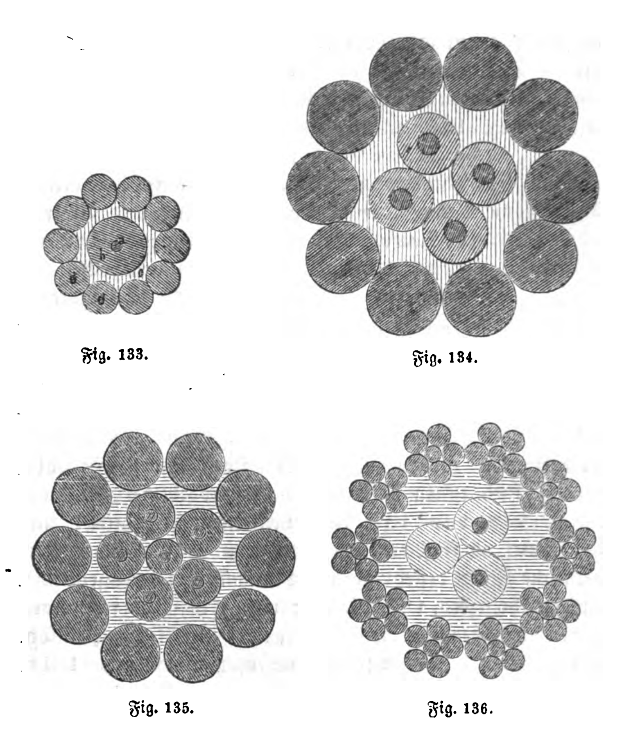


Fig. 133. Fig. 134.

Fig. 135. Fig. 136.

Länge von 120 englischen Meilen drei Taue mit je einem Leitungsdrahte von dem Querschnitte Fig. 133. Der

innerste Kreis a bezeichnet den kupfernen Leitungsdraht, der darübergelegte Ring b die Guttaperchahülle, c die Hanflage und d d die eisernen, spiralförmig gewundenen Schutzdrähte. Da diese Taue durch Schiffsanker oft beschädigt wurden, so hat man in neuerer Zeit etwas nördlicher, zwischen Zandvoort (bei Haarlem) und Dunwich, ein starkes Tau mit 4 Leitungsdrähten von dem Querschnitte Fig. 134 gelegt. Das Tau Fig. 135 mit 6 Leitungsdrähten liegt zwischen Dover und Ostende in einer Länge von 23 engl. Meilen, Fig. 136 mit 3 Leitungen durch die Elbe bei Pillnitz, und Fig. 137 zeigt den Querschnitt des transatlantischen Kabels, welches im J. 1858 zwischen Irland und Amerika (Neufundland) in einer Länge von 2000 engl. Meilen gelegt worden ist. Bei den letzteren beiden bestehen die Schutzdrähte aus einzelnen Drahtseilen (Litzen), welche beim Reißen eines Drahtes das Abwickeln desselben nicht gestatten und das Tau biegsamer erhalten; außerdem ist bei dem transatlantischen Kabel zur Erlangung größerer Biegsamkeit und Sicherheit auch der Leitungsdraht aus 7 feinen Kupferdrähten zusammengedreht. Das atlantische Kabel vom J. 1866 ist in Fig. 138—140 abgebildet und zwar in Fig. 138 und 139 das Tiefseetau in Ansicht und Querschnitt, in Fig. 140 ein Querschnitt des Uferendes. Der eigentliche Leiter besteht ebenfalls aus 7 zusammengedrehten Kupferdrähten No. 18. Dieser Strang erhielt zunächst einen isolirenden Ueberzug von Chatterton's Mischung (3 Th. Guttapercha, 1 Th. Stockholmer oder Holztheer, 1 Th. Harz); darüber vier Lagen von Guttapercha mit Zwischenlagen von Chatterton's Mischung. Die Schutzhülle bilden 10 Drähte No. 13 aus Webster und Horsfall's homogenem Eisen, deren jeder mit 5 Litzen aus weißem Manillahanfgarn umsponnen ist; diese Drähte laufen spiral-

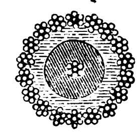


Fig. 137.

förmig um den in eine Schicht von gewöhnlichem Hanf, der aber mit einer präservirenden Mischung getränkt ist, ein=

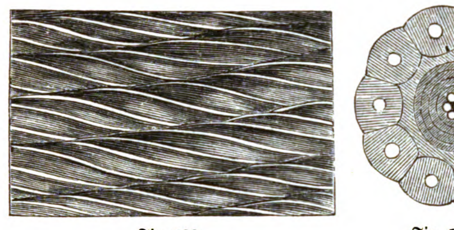


Fig. 138.

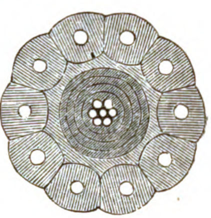


Fig. 139.

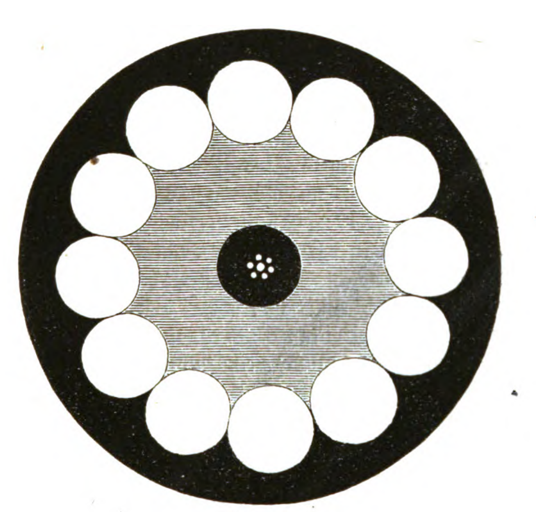


Fig. 140.

geschlossenen Kern. Für 1 Seemeile wiegt der Kupferstrang 300 Pfd., das Isolationsmittel 400 Pfd., das ganze Tau

in der Luft 31 Ctr., im Wasser $14^3/_4$ Ctr.; seine absolute Festigkeit ist 162 Ctr., also 11mal so groß als das Gewicht von 1 Seemeile im Wasser. Die beiden Küstenenden erhielten eine Schutzhülle aus 12 einzelnen Eisendrähten, die noch mit einer präparirten Hanflage überzogen sind; an der irischen Küste ist das stärkste Ende 8 Seemeilen lang, die folgenden 8 Meilen sind etwas dünner und dann 14 Meilen noch dünner; das neufundländische Küstenende ist nur 5 Meilen lang.

Das französisch-atlantische Kabel vom J. 1869 hat eine Länge von 3564 Knoten. Es wurde vom 14. September 1868 bis Anfang Juni 1869 auf den Guttapercha-Werken der Telegraph Construction and Maintenance Company verfertigt. Sein siebendrähtiger Leiter erforderte 24 948 Knoten Kupferdraht von 533 Tonnen Gewicht, ist in eine Mischung von Guttapercha und Theer eingehüllt, durch vier mit Guttapercha abwechselnde Ueberzüge isolirt, nochmals mit getheertem Hanf und mit galvanisirten Eisendrähten übersponnen. Verbraucht wurden 549 Tonnen Guttapercha, 500 Tonnen Jute, 4727 Tonnen Eisendraht von 37 163 Knoten Länge, 136 110 Knoten Manillahanfstränge von 1286 Tonnen Gewicht. Das Tiefseekabel, 2643 Knoten, wiegt 4366, das Seichtwasserkabel, 921 Knoten, 3881 Tonnen; Gesammtgewicht: 8247 Tonnen. Festigkeit $7^3/_4$ Tonnen, höchste Spannung beim Auslegen 14 Ctr. Das Kabel kostete 584 496 Pfd. Sterling, 1 Meile 664 Pfd.; Gesammtkosten 920 000 Pfd. St.

207. Worauf ist bei Verfertigung der Unterseetaue zu achten?

Bei Verfertigung von Tauen für unterseeische Leitungen ist zunächst das sämmtliche zu verwendende Material sehr sorgfältig zu prüfen und auszuwählen. Als Leiter benutzt man jetzt ausschließlich möglichst reines Kupfer und schließt dabei alle Sorten aus, deren Leitungsvermögen sich

als zu gering erweist. In neuerer Zeit legt man gewöhnlich nur 1 Leiter in jedes Tau, damit es leichter und biegsamer wird; ein Strang aus mehreren dünnen Drähten (zuerst 1856 im St. Lorenzbusen verwendet) hat zwar eine etwas geringere Leitungsfähigkeit, bietet aber mehr Sicherheit gegen eine Beschädigung des Leiters; doch muß man nach Möglichkeit verhüten, daß ein etwa springender Draht des Strangs die isolirende Hülle verletze. Eine isolirende Hülle ist nöthig, weil das Wasser die Elektricität leitet. Die jetzt vorwiegend verwendete, gut gereinigte Guttapercha wird ebenfalls auf ihr Leitungsvermögen geprüft; dabei werden die mit Guttapercha überzogenen Drähte in einem luftdicht verschlossenen Behälter mit 24° C. warmem Wasser einem Druck von etwa 600 Pfd. auf 1 □ Zoll ausgesetzt, weil mit der Temperatur und in Tauen, die mit geringen Fehlern behaftet sind, auch mit dem Druck das Isolationsvermögen der Guttapercha abnimmt. Die Aufsuchung solcher fehlerhafter Stellen wurde schon in Fr. 201 besprochen. Unerläßlich muß das Leitungsvermögen für jede einzelne Meile des isolirten Drahtes gemessen werden, nicht nur damit man mangelhaftes Material ausschließen kann, namentlich Stellen, wo der Kupferdraht beim Umpressen gelitten hat, sondern auch damit man einen vollständigen Nachweis über die Leitungsfähigkeit jedes einzelnen Theils des fertigen Taues gewinne, um später durch galvanische Versuche und Rechnung den Ort der beim Verladen oder Legen etwa vorgekommenen Beschädigungen genau bestimmen zu können. Die umpreßten Drähte dürfen der Luft und Wärme nicht ausgesetzt, sondern müssen an einem kühlen Orte in Rollen von großem Durchmesser aufbewahrt werden, womöglich unter Wasser. Aus demselben Grunde kommen über die Guttaperchahülle eine oder mehrere Lagen getheerter Hanf. Auch das Vertheilungsvermögen der isolirenden Hülle muß durch Versuche festgestellt werden. Das Tau bildet nämlich eine Leydener Flasche

(Fr. 24), deren inneres und äußeres Belege der Leitungsdraht und das Meerwasser bilden.

Die äußere Schutzhülle erhöht zugleich die Festigkeit des Taues; durch sie darf aber das Gewicht des Taues nicht in stärkerem Maße wachsen als die Festigkeit; je schwächer man die Schutzhülle nehmen kann, desto billiger wird das Tau und desto leichter kann man den das Tau gefährdenden Unfällen beim Laden, Verschiffen und Versenken entgehen. Tiefseetaue haben sich indessen besonders nur bei größerem Gewicht bewährt. Dem Tau zwischen Bona und Biserta im Mittelmeere 1865 gaben Siemens und Halske nur eine Schutzhülle aus Kupferblechstreifen.

208. Was ist bei der Versenkung der Taue zu beachten?

Während des Versenkens müssen fortlaufende Versuche über den Isolations- und Leitungszustand des Taues angestellt werden, damit man sofort beim Auftreten eines Fehlers diesen merkt und beseitigen, beziehungsweise das versenkte Taustück wieder emporheben kann. Zu diesem Zwecke bleibt das Schiff, welches das Tau versenkt, durch dieses hindurch beständig mit einer Station am Lande in telegraphischer Verbindung. Vor der Versenkung ist der mit dem Tau einzuschlagende Weg festzustellen und zu diesem Behufe Tiefe, Beschaffenheit und Gestalt des Meeresbodens durch Sondirungen möglichst genau zu erforschen. Die Landungspunkte sollen möglichst frei von Klippen und Brandung sein, auch keinen guten Ankergrund bieten, damit das Tau nicht durch Schiffsanker verletzt werde. Ein Dampfschiff ist für die Legung einem Segelschiff vorzuziehen, weil es von Wind und Wellen weniger abhängt; doch muß es genügende Größe, Stabilität und Tragfähigkeit haben. Bei den größten Unternehmungen der Art hat sich das Riesenschiff Great Eastern von über 2000 Tonnen Gehalt vortrefflich bewährt. Im Schiff liegt das Tau in Rollen

von möglichst großem Durchmesser, in einem frei zugänglichen, den Dampfkesseln nicht zu nahen Raume. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Tau vom Schiff abläuft, muß sich nach der Tiefe und Geschwindigkeit des Schiffes richten; daher sind stets besondere Vorrichtungen zum Messen und Reguliren dieser Geschwindigkeiten, besondere Bremsen, welche auch die Spannung des ablaufenden Taues reguliren, auf dem Schiffe vorhanden. Von der Zweckmäßigkeit der hierzu verwendeten Maschinen und der guten Führung des ablaufenden Taues hängt das Gelingen wesentlich mit ab. Für die Versenkung des atlantischen Kabels von 1865 hatten Canning und Clifford die Auslegmaschine mit besonderer Sorgfalt gebaut. Das Tau lief aus dem Schiffsraume über eine Leitrolle, über sechs Spurräder in gerader Richtung nach einer Leitrolle und von da nach einer großen Trommel von 6 Fuß Durchmesser und 1 Fuß Breite, auf deren Achse zwei Bremsscheiben saßen und durch beständigen Wasserzufluß abgekühlt wurden. Bremsen und Trommel waren aus Vorsicht doppelt vorhanden. Nach vier Umgängen um die Trommel lief das Tau über eine Spurrolle nach dem Dynamometer und wieder über eine Spurrolle und endlich über die letzte, starke, gegen das Abgleiten gut verwahrte Rolle am Hintertheil des Schiffes. Die Aufwindemaschine, welche bei dem etwa nöthigen Wiederaufwinden des Taues verwendet werden sollte, war von der Auslegmaschine ganz unabhängig und hatte ihre besondere Dampfmaschine. Bei der Versenkung des atlantischen Taues im Jahre 1866 waren die Ausleg- und Aufwindemaschinen mit zwei Dampfmaschinen von 70 Pferdekräften versehen; erstere ließ sich auch zum Aufwinden benutzen, so daß dieses ebensowohl vom Hintertheil als vom Vordertheil bewirkt werden konnte. Ein 340 Centner schweres Eisengitter hielt das Tau von der Schiffsschraube fern.

209. Welche Eigenthümlichkeiten zeigen sich im Verhalten unterseeischer Taue?

Da jedes Unterseetau als Leydener Flasche zu betrachten ist, so muß jede im Leitungsdrahte auftretende Elektricität vertheilend auf die äußere Hülle und das umgebende Wasser wirken, dadurch aber selbst gebunden werden, wodurch zugleich die Fortpflanzung der Elektricität wesentlich verlangsamt wird. Ersteres nennt man die Ladungserscheinungen, letzteres die Verzögerung des Stromes. Schon 1848 wurden diese Erscheinungen von Siemens und Halske und von Dr. Kramer beobachtet, und Kramer deutete sie zuerst als Ladungserscheinungen. Auch an oberirdischen Drähten zeigen sich ähnliche Erscheinungen, nur wesentlich schwächer. Wird ein gut isolirter unterseeischer Leitungsdraht AB am Ende B isolirt, am Ende A mit dem einen Pol einer am anderen Pole zur Erde abgeleiteten Batterie verbunden, so durchläuft den Draht ein Ladungsstrom in der Richtung von A nach B; trennt man dann das Ende A vom Batteriepole und verbindet es mit der Erde, so wird der Draht von dem etwa gleichstarken Entladungsstrome oder Rückstrome durchlaufen, aber in der Richtung von B nach A; trennt man A vom Batteriepole und verbindet dann B mit der Erde, so läuft der Entladungsstrom von A nach B. Ist das Ende B anfänglich nicht isolirt, sondern mit der Erde verbunden, so wird der Strom der bei A angelegten Batterie bei B erst nach erfolgter Ladung des Drahtes wahrnehmbar; wird nach der Ladung A isolirt, so tritt der Entladungsstrom bei B aus. Ein vom Strom durchflossener Leiter nimmt wegen der Ladung erst nach einiger Zeit einen dauernden elektrischen Zustand an, obgleich die Elektricität fast augenblicklich am anderen Ende erscheint; erst wenn der Draht vollständig geladen ist, geht der Strom regelmäßig und in unveränderlicher Stärke durch den Draht. Die Dauer dieses ver-

änderlichen Zustandes ist proportional dem elektrischen Vertheilungsvermögen; sie wächst mit dem Quadrate der Länge des Leiters, umgekehrt proportional mit dessen Widerstand, daher auch mit dessen Querschnitt. Die zur Erzeugung eines elektrischen Signals erforderliche Zeit wird wesentlich durch den Zeichengeber, die Empfindlichkeit des Empfangsapparates, die Länge und die Isolirung der Linie und die Batterie bedingt. Whitehouse fand am transatlantischen Tau von 1858 bei Längen von 233, 398 und 796 Kilometern beziehungsweise 0,14, 0,34 und 0,79 Secunden. Die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Signale ist wesentlich durch die Dauer der Ladung und der Entladung bedingt. Besonders störend sind die Entladungsströme; daher sorgt man bei Apparaten für Unterseeleitungen für Fernhalten dieser Ströme von den Empfangsapparaten, für Beschleunigung der Entladung, etwa durch Anlegen einer Erdleitung an den Taster nach jedem Strom, oder durch theilweise Entladung der Linie nach jedem Telegraphirstrom mittelst eines kürzeren oder schwächeren, entgegengesetzt gerichteten Stromes (des Gegenstromes, vergl. Fr. 233).

210. Was ist eine tragbare oder ambulante Leitung und wie wird sie für die Zwecke der Feldtelegraphie verwerthet?

Besonders für militärische Zwecke ist es öfters nöthig, in kürzester Frist auf kleinere Entfernungen und meist nur vorübergehend eine Telegraphenleitung, z. B. zur telegraphischen Verbindung verschiedener Armeen oder zur Verbindung derselben mit schon vorhandenen Leitungen auszuführen und später wieder abzubrechen. Schon im September 1853 machte Gintl in dem Lager von Olmütz Versuche mit ambulanten Telegraphen; die Apparate standen auf Wagen, welche sich in der Nähe des Kaisers von Oesterreich und der einzelnen Corpscommandanten befanden, an welche die kaiserlichen Befehle telegraphirt werden sollten. Die Leitung

wurde von einer Abtheilung Reiter nach Bedarf auf dünnen Stangen ausgespannt, verlegt oder abgebrochen. Aehnliches geschah im Krimkriege, in dem Englisch-indischen Kriege, 1859 im Italienischen Feldzuge, 1861 im Lager von Chalons, 1860 und 1861 zur Verbindung der beiden auf Ancona marschirenden italienischen Armeecorps, so wie bei der Belagerung von Ancona und Gaeta, und in den Kriegen des Jahres 1866. Eben so hatten die Spanier im marokkanischen Kriege ihre Feldtelegraphen bei sich. Im nordamerikanischen Secessionskriege wurden 5000 engl. Meilen Draht auf dem Lande und 40 Meilen im Wasser gelegt, mit einem Aufwande von ungefähr $2^1/_2$ Million Dollars. Während der abessinischen Expedition bauten die Engländer eine Leitung vom Rothen Meere bis vor die Mauern von Magdala. Sehr ausgedehnte Versuche wurden 1868 im Lager von Chalons angestellt.

Auf der Pariser Ausstellung 1867 hatte Oesterreich seine Feldtelegraphen ausgestellt: Wagen mit dem zur Leitung bestimmten Draht von verschiedener Dicke, mit kleinen fliegenden Säulen mit Kautschuk-Isolatoren; kleine, sinnreich angeordnete (Morse-)Apparate auf Schemeln, welche offen einem Stuhl mit wagrecht gelegter Lehne gleichen, sich leicht zusammenklappen lassen und das ganze telegraphische Geräth in sich aufnehmen; auf diesen Schemel braucht sich der Beamte nur rittlings aufzusetzen, um die auf der Lehne befestigten Apparate sämmtlich zur Hand zu haben.

Während man 1863 im Lager von Chalons, unter Verwendung eines Kabels und gewöhnlicher Trainwagen, sich bemühte, die einzelnen manövrirenden Abtheilungen unter einander telegraphisch zu verbinden, betrachtet man jetzt als Aufgabe der Militär- oder Feld-Telegraphie nur die Verbindung des Höchstcommandirenden mit den Corpscommandanten und der Operationsbasis. Dadurch wird nicht allein der Bedarf an Material geringer, sondern

auch die telegraphische Verbindung der Corps zuverlässiger, da der Dienst durch die Aufstellung einer länger an demselben Orte verweilenden Centralstation vermittelt und dadurch zugleich besser und sicherer geleitet werden kann. Nur ausnahmsweise schreitet man zum Bau directer Linien zwischen den einzelnen Corps.

Als Elektricitätsquelle wählte man in Frankreich für den Betrieb der Feldtelegraphen Batterien und zwar aus 10 Elementen von Marié-Davy (Fr. 46); die Gläser wurden mit Filz umkleidet und anstatt der Flüssigkeiten nasse Sägespäne angewendet. Der in Frankreich für den Felddienst gewählte Morse (ohne Relais) steht in einem Kasten, an dessen Rückwand er durch 2 Schienen befestigt ist; die Vorderwand und die Seitenwände des Kastens werden beim Gebrauch zurückgeschlagen. Der Taster steht rechts, Galvanometer und Blitzableiter links neben dem Morse. Bei Bedarf ist noch ein Wecker und ein Umschalter vorhanden. Weil der für gewöhnliche Linien verwendete, 4 Millimeter dicke, verzinkte Eisendraht, von welchem 1 Kilometer 100 Kilogramm wiegt und welcher bei 500 Kilogramm Belastung reißt, zu schwer und zu steif ist, verwendet man in Frankreich einen sehr gut leitenden, 1,6 Millimeter dicken Kupferdraht, von dem 1 Kilometer 22,5 Kilogramm wiegt und 100 Francs kostet. Auch die schwereren Porzellan- oder Thon-Isolatoren ersetzt man durch kleinere und leichtere aus Kautschuk. Als Träger für den Draht dienen leichte Pfähle (Lanzen) von 3,8 Meter Länge, deren 200 Stück auf einen Trainwagen geladen werden können; an der Spitze der Lanze sitzt ein oben ausgebauchter Eisenstab, auf welchen der Isolator festgestoßen wird; die Lanze wird 0,4 Meter tief in die Erde gestoßen und durch Holzpflöcke befestigt, nach Bedarf durch ein Seil unterstützt. Bei Wegübergängen werden 2 Lanzen durch 2 mit Klemmschraubeu versehene Verlängerungsringe übereinander befestigt. Für fliegende

Linien, welche sehr schnell errichtet werden sollen, wurden mehrfach Kabel vorgeschlagen und verwendet. Die dünnen, gut isolirten und sehr soliden Kabel werden zum besseren Schutz gegen Beschädigungen (namentlich durch Wagenräder) und um sie zu verbergen, in Straßengräben, Buschwerk ꝛc. eingelegt, auch wohl da, wo sie Straßen kreuzen, in besondere Gräben. Als Leiter für diese Kabel empfiehlt sich der größeren Festigkeit wegen Eisen- oder Stahldraht und als Isolationsmittel Kautschuk, weil dieser weniger leicht zerdrückt wird als Guttapercha. Ein bei neueren Versuchen verwendetes Kabel mit einem Strang aus 7 Eisendrähten in einer Kautschukhülle und noch mit einem mit Kautschuk bestrichenen Bande umwickelt, war nur 5 Millimeter dick, wog nur 40 Kilogramm pro Kilometer und vertrug 100 Kilogramm Belastung. In angemessenen Entfernungen wird das Kabel durch Klammern mit 2 Spitzen am Boden befestigt. Da, wo 2 Kabelenden zu verbinden sind, schiebt man über die verbundenen Drähte einfach einen Kautschukschlauch und bindet ihn fest.

Die „Wagenstation“ enthält einen Apparatraum und einen Raum für die Drahtrollen. Um eine Erdleitung herzustellen, führt ein Draht zu den hinteren Wagenfedern, welche mit der Achse und der Broncekapsel der Nabe in Verbindung stehen, während ein Metallstab durch die Nabe einer Speiche entlang bis zum Radreifen läuft; bei trockenem Wetter muß der Erdboden mit Wasser begossen oder ein mehrfach durchbohrter, hohler Pflock eingeschlagen und mit Wasser angefüllt werden. Die Drahtrollen fassen gewöhnlich 2—3 Kilometer Draht; da nun an einem mittleren Marschtage 20 Kilometer ausgelegt werden, der Stationswagen aber nur 8 Rollen mit je 1—2 Kilometern enthält, so hat man besondere Drahtrollen-Karren, welche je 12 Drahtrollen und auch das übrige Zubehör und Geräthe aufnehmen. In gebirgigen Gegenden benutzt man Maul-

thiere, von denen eins das Zelt für den Telegraphisten, einen dreibeinigen Apparattisch und die Apparat- und Batterie-Kästen trägt, während die anderen zu beiden je 1 Rolle an einem Joche trägt; ein Schubkarren nimmt die 2 Rollen auf, welche zunächst abgewickelt werden sollen. Die Arbeiter sind beim Auslegen und eben so beim Wiederaufnehmen der Leitung in 3 Abtheilungen vertheilt, die sich in die auf einander folgenden Arbeiten theilen; bei aufgehängter Leitung werden 2, bei Benutzung des Kabels 5 Kilometer in 1 Stunde fertig.

211. Welchen Einfluß hat die atmosphärische Elektricität auf die Leitungen und Apparate?

Zu allen Zeiten und bei jeder Witterung finden elektrische Strömungen in der Luft statt. Dies kann man in vielen Fällen schon durch das Gefühl erkennen, wenn man mit einer Hand einen Telegraphenleitungsdraht, mit der anderen Hand einen zweiten Leitungsdraht oder eine Erdleitung anfaßt und sich so gleichsam in die Leitung einschaltet. Man erhält dann, namentlich bei gewitterschwülen Tagen, häufig Zuckungen in den Händen. Schaltet man einen empfindlichen Multiplicator in eine Leitung ein, so wird die Magnetnadel nur selten ganz ruhig stehen, vielmehr meist kleinere oder größere unregelmäßige Schwankungen machen, was eine Folge elektrischer Strömungen ist.

Prof. Henry zählt folgende Einwirkungen der Luftelektricität auf:

1) Die Drähte werden direct von einem Blitzschlage getroffen. Wenn die Anhäufung und Spannung der Elektricität in einer Wolke so groß ist, daß die Ausgleichung dieser Elektricität mit der entgegengesetzten auf hervorragenden Punkten der Erde nicht mehr verhindert ist, so erfolgt die Ausgleichung mit einem Blitz. Geschieht dies in unmittelbarer Nähe einer Telegraphenleitung, so schlägt

der Blitz in dieselbe ein. Die Leitung selbst dürfte nicht sehr anziehend auf den Blitz wirken, da dieselbe von der Erde isolirt ist und einen großen Leitungswiderstand darbietet; allein die Telegraphensäulen befördern, je höher, je mehr, die Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricität. Beim Einschlagen des Blitzes in eine oberirdische Telegraphenleitung geht der größte Theil der Elektricität an den Säulen herunter in die Erde, wobei gewöhnlich mehrere Isolirköpfe und Säulen zersplittert werden; ein kleinerer Theil, dem Widerstande der Leitung entsprechend, geht der Leitung entlang nach beiden Seiten bis an diejenigen Stationen, wo die Leitung mit der Erde in Verbindung steht. Geht der Blitzstrom durch die schwachen Drähte der Apparate, z. B. um den Elektromagnet, so werden diese Drähte leicht geschmolzen, und der Blitz springt gewöhnlich nach solchen Theilen über, welche in gut leitender Verbindung mit der Erde sind. Bisweilen wird auch der Leitungsdraht, wenn er von Kupfer ist, am Orte des Einschlagens geschmolzen. Wenn der dem Leitungsdrahte entlang laufende Blitz in großer Nähe des letzteren Gegenstände findet, welche in gut leitender Verbindung mit der Erde stehen, so springt ein Theil ab und geht direct zur Erde, ein anderer Theil aber geht stets am Leitungsdrahte fort bis zu den Erdleitungen. Hierauf beruht die Construction der in Fr. 212 beschriebenen Blitzableiter für Telegraphenleitungen.

2) Auch ohne Vorhandensein einer Gewitterwolke kann durch die Verschiedenheit des elektrischen Zustandes der Atmosphäre an zwei verschiedenen, weit von einander entfernten Stellen der telegraphischen Linie ein d a u e r n d e r g a l v a n i s c h e r S t r o m in dem Drahte entstehen. Da in den verschiedenen Höhenschichten der Atmosphäre ein verschiedener elektrischer Zustand vorhanden ist und da längere Telegraphenleitungen niemals in gleicher Höhe fortlaufen, so werden sich auf dem Leitungsdrahte stets

die verschiedenen Elektricitäten ausgleichen, und der hierbei erzeugte Strom bisweilen stark genug sein, um auf die Apparate einzuwirken. Auch auf ganz wagerechten Linien werden Ströme erzeugt, wenn an verschiedenen Stellen derselben verschiedene Witterungszustände (Nebel rc.) stattfinden.

3) Der natürliche elektrische Zustand des Drahtes kann durch die galvanische Induction einer fernen Wolke gestört werden. Zieht eine mit Elektricität geladene Gewitterwolke in der Nähe des Drahtes vorüber, so wird die entgegengesetzte Elektricität im Drahte angezogen und nimmt dabei ebenfalls eine Bewegung an, deren Richtung, je nach der Bewegungsrichtung der Wolke, verschieden ist.

4) Elektrische Ströme werden in dem Leitungsdrahte inducirt, wenn sich in der Nähe entgegengesetzte Elektricitäten mit Blitz ausgleichen. Diese Inductionsströme kann man unmittelbar aus den im siebenten Kapitel entwickelten Gesetzen ableiten oder annehmen, daß vor der Entladung oder vor dem Erscheinen des Blitzes in der ganzen Umgegend unterhalb der Wolke, also auch in der Leitung, eine bedeutende Ansammlung von Elektricität stattfindet, welche so lange gebunden bleibt, bis der Blitzschlag erfolgt, dann aber plötzlich frei wird und durch die Leitung hindurch den Weg nach dem Erdboden zurück nimmt.

212. Welche Mittel wendet man an, um Störungen durch atmosphärische Elektricität zu vermeiden?

Die häufigen Störungen, welche namentlich zur Sommerszeit durch die atmosphärische Elektricität in den Apparaten erzeugt wurden, und die Gefahren, welche damit verbunden waren, haben auf Mittel zu deren Beseitigung denken lassen. Die Vorrichtungen, welche zu diesem Behufe construirt und angewandt wurden, bezwecken entweder, daß jeder kräftigere Strom, der den Apparaten schaden könnte, sich selbst den Weg nach den Apparaten abbreche, oder sie beruhen auf der

Eigenschaft der atmosphärischen Elektricität, durch kleine isolirende Zwischenräume auf andere mit der Erde verbundene Leiter leicht überzuspringen, während dies die galvanische Elektricität, wegen ihrer geringen Spannung, nicht thut und eher einen ununterbrochenen Stromkreis von hundert Meilen durchläuft, als daß sie auf kurzem Wege eine in der Leitung befindliche, noch so kleine Unterbrechung überspringt (vgl. Fr. 53). Im Jahre 1846 wurden zwei Blitzableiter der ersten Art von Bréguet in Frankreich und James D. Reid in Philadelphia, zwei der anderen Art von Steinheil und von Highton in London angegeben.

Der telegraphische Blitzableiter von Steinheil bestand aus zwei auf einander gelegten, nur durch dünnes Seidenzeug von einander getrennten Kupferplatten, von denen eine mit der Leitung, die andere mit der Erde in Verbindung stand. Beide Platten müssen vor Feuchtigkeit geschützt sein, damit keine leitende Verbindung zwischen ihnen entstehen kann. Der galvanische Strom, welcher der Linie entlang kommt, springt auf keinen Fall durch das Seidenzeug hindurch auf die mit der Erde verbundene Platte über, wohl aber thut dies die atmosphärische Elektricität, welche schon bei geringer Spannung den Zwischenraum zwischen beiden Platten durchbricht und somit direct zur Erde geht. Ursprünglich benutzte Steinheil die beiden Platten nur dazu, den Blitzstrom auf der Leitung weiter zu führen und ihn vom Apparate abzuhalten, indem die Leitung vor dem Apparate mit der einen Platte und hinter demselben mit der anderen Platte in Verbindung gesetzt wurde. Ein atmosphärischer Strom sollte von einer Platte zur anderen überspringen und in der Leitung weiter gehen, ohne den weiteren Weg durch den Apparat hindurch einzuschlagen.

Highton wollte den Leitungsdraht auf eine Länge von 6—8 Zoll mit Seide oder lockerem Papier umwickeln und diese Hülle mit einer Anzahl Metalldrähte umgeben,

welche mit der Erde in Verbindung gesetzt werden sollten, damit die atmosphärische Elektricität auf sie überspringe.

Bréguet machte den Vorschlag, den Leitungsdraht in der Nähe der Stationen aus ganz feinem Drahte herzustellen, damit dieser für den Fall, daß ein starker Strom atmosphärischer Elektricität der Linie entlang kommen sollte, durch denselben abschmelze und der Strom nicht in die Apparate gelange. Doch ist dieses Mittel allein nicht sicher genug, auch wäre das öftere Erneuern des abgeschmolzenen Drahtes unbequem; wohl aber fügt man häufig einem Ableiter der anderen Art noch einen solchen feinen Draht hinzu.

In Reid's Blitzableiter ist die Luftleitung nach dem einen Ende der aus blos 16 Windungen bestehenden Umwickelung eines Elektromagnets geführt, während das andere Ende mit der Achse des Ankerhebels in Verbindung steht und der Strom in der Ruhestellung dieses Hebels durch ihn nach den Apparaten läuft. Die Spannfeder des Ankerhebels ist so stark gespannt, daß die Telegraphirströme den Anker nicht anzuziehen vermögen. Ein starker Strom atmosphärischer Elektricität dagegen zieht den Anker an, legt den Hebel auf einen mit der Erde leitend verbundenen Contact auf und soll dann selbst zur Erde abfließen, springt vielleicht auch vorher schon auf diesen Contact über.

Die jetzt üblichen Blitzableiter enthalten meist einander sehr nahe gegenüberstehende Metallspitzen oder Schneiden, wovon immer eine mit der Leitung, die andere mit der Erde in Verbindung steht; oder es stehen die Spitzen oder Schneiden, Kugeln oder Platten gegenüber. Fig. 141 S. 286 zeigt einen solchen (ursprünglich von Professor Meißner 1849 entworfenen) Blitzableiter, die Blitzplatten, im Durchschnitt. Diese Blitzplatten können im Stationszimmer in einem Kasten aufgestellt werden. A, B und C sind drei circa 12 Zoll lange und 8 Zoll breite gußeiserne Platten, welche über einander gelegt und dergestalt

durch dünne Kautschukstreifen r r von einander isolirt sind, daß der zwischen denselben befindliche Zwischenraum sehr klein ist. Die einander zugekehrten Flächen sind kreisförmig gerieft, so daß sie eine große Zahl Schneiden und Spitzen bilden. Die Klemmen a und a'

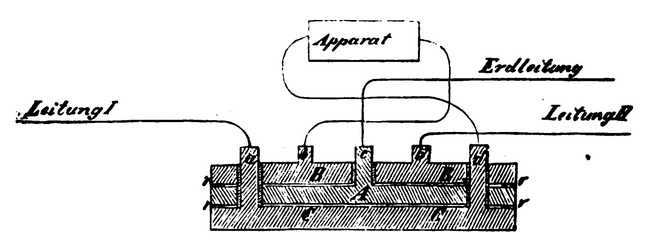


Fig. 141.

stehen mit der untersten Platte C in Verbindung, sind aber durch darum gelegte hohle Kautschukcylinder gegen die Platten A und B isolirt, die Klemmen b und b' sind mit der obersten Platte B verbunden und die Klemme c mit der mittleren Platte A; letztere Klemme ist ebenfalls gegen B isolirt. Ferner steht die unterste Platte C mit Leitung I, die oberste B mit Leitung II und die mittlere A mit der Erde in Verbindung. Ein aus Leitung I kommender galvanischer Strom geht nun durch Klemme a in die Platte C, aus Klemme a' in den Apparat, aus diesem in Klemme b und Platte B und aus Klemme b' in die Leitung II, ohne demnach auf die Platte A und die Erde überzutreten. Kommt dagegen ein Strom atmosphärischer Elektricität aus Leitung I oder II, so springt derselbe, bevor er in den Apparat gelangen kann, über den kleinen Zwischenraum nach der Platte A hinüber und geht zur Erde; in den Apparat gelangt von diesem Strome um so weniger, je kleiner der Zwischenraum zwischen den Eisenplatten ist und

je weniger Widerstand die Erdleitung darbietet, weßhalb letztere recht stark zu machen und gut mit feuchter Erde in Verbindung zu bringen ist.

Auf einer Endstation bedarf es nur zweier Platten A und C; der z. B. aus Leitung I kommende galvanische Strom geht dann durch a C a′ in den Apparat und aus diesem direct zur Erde, während ein atmosphärischer Strom vor seinem Eintritte in den Apparat von C auf die Platte A überspringt und zur Erde geht.

Bei den preußischen Staatstelegraphen hat man kreisförmige Blitzableiter mit Schneiden, die einander nahe gegenüberstehen, in Oesterreich ganz ähnliche mit Spitzen angewendet und dieselben ebenfalls zweckmäßig befunden. In Fig. 142 ist ein solcher Blitzableiter abgebildet. Die Lei-

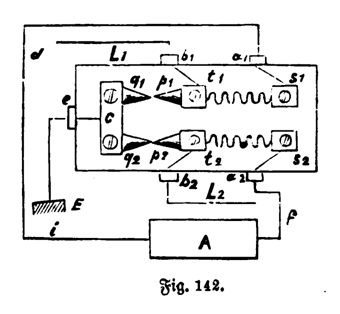


Fig. 142.

tungen L_1 und L_2 sind nach den Klemmen b_1 und b_2 geführt, welche mit den Ständern t_1 und t_2 verbunden sind von den Ständern s_1 und s_2 laufen Drähte nach den Klemmen a_1 und a_2, zwischen welchen der Apparat A mittelst des Drahtes d i f eingeschaltet ist. Die Erdplatte E steht durch einen Draht mit der Klemme e und dem Metallstück c in leitender Verbindung, in diesem aber, so wie in den Ständern t_1 und

t_2 sind vier durch Schrauben verstellbare und in feine Platinspitzen (oder Schneiden) auslaufende Messingkegel q_1 und q_2, p_1 und p_2 befestigt. Die Ständer s_1 und t_1, s_2 und t_2 endlich sind durch einen sehr feinen Messing- oder Neusilber-Draht mit einander verbunden. Ein aus L_1 kommender Telegraphirstrom nimmt seinen Weg von b_1 nach t_1, s_1, a_1, d, i durch A nach f, a_2, s_2, t_2 und b_2 nach L_2. Ein aus L_1 oder L_2 eintretender Strom atmosphärischer Elektricität dagegen tritt von dem Kegel p auf q über und geht von c über e sofort zur Erde, schmelzt aber auch nach Befinden den dünnen Draht zwischen s und t ab.

Wie zwischen den Ständern t und s, so hat man auch an den Blitzplatten in neuester Zeit zwei feine Drähte angebracht, den einen zwischen Leitung I und der Platte C (Fig. **141**), den anderen zwischen Leitung II und Platte B, so daß die Blitzplatten eine ganz ähnliche Einrichtung und Einschaltung erhalten, als der Spitzenableiter in Fig. **142**. Dabei hat man den Blitzplatten eine sehr handliche Form gegeben und sie so angeordnet, daß durch Einstecken eines Stöpsels bequem beide Leitungen mit der Erdplatte verbunden werden können.

Auch die Erfahrung, daß die atmosphärische Elektricität im luftleeren Raume leichter und weiter überspringt, als im lufterfüllten Raume, hat man für die telegraphischen Blitzableiter verwerthet. Ein kurzes, starkes Glasrohr mit luftdichtem Messingverschluß an beiden Enden wird luftleer gemacht und das eine Messingende mit der Leitung, das andere mit der Erde in Verbindung gesetzt. Wenn ein Strom atmosphärischer Elektricität der Leitung entlang an das eine Messingende des luftleeren Glasrohres kommt, so springt der Funke mit Leichtigkeit zum anderen Messingende über und geht zur Erde.

Die telegraphischen Blitzableiter, die außerdem noch in sehr verschiedener Form construirt worden sind, können zwar

so viel von der atmosphärischen Elektricität ableiten, daß die Apparate und umstehenden Personen nicht gefährdet sind, doch hat man dieselben noch nicht so vervollkommnen können, daß sie auch alle Störungen durch atmosphärische Strömungen beseitigten. Während in der Nähe von Leitungen Gewitter stattfinden, ist es nicht zu vermeiden, daß bei Schreibapparaten die Schreibhebel unregelmäßig anschlagen, bei Zeigerapparaten die Zeiger sich bewegen und bei Nadeltelegraphen die Nadeln unregelmäßig abgelenkt werden.

Zur größeren Sicherung der Leitungen und Apparate vor den Wirkungen starker atmosphärischer Ströme ist es zweckmäßig, auch außerhalb der Stationen auf den Telegraphensäulen Blitzableiter anzubringen. Es geschah dies zuerst 1849 auf der Linie Wien-Lundenburg. Solche Blitzableiter bestehen aus Metallbändern oder Seilen, welche unten tief in die Erde eingegraben sind und oben in zwei gabelförmige Spitzen enden, welchen zwei andere Spitzen einer mit der Leitung verbundenen eisernen Gabel sehr nahe gegenüberstehen; oder die Bänder werden mit den an die Säulen angeschraubten Eisenbügeln oder Eisenglocken verbunden.

Achtzehntes Kapitel.

Combinationslehre.

213. Was heißt Combinationslehre?

Die Combinationslehre lehrt, wie die verschiedenen Apparate unter sich und mit den Batterien, den Leitungs- und Erddrähten verbunden werden müssen, damit der Strom dem jedesmaligen Bedarf entsprechend die Apparate so durchläuft, daß die Apparate sicher und leicht arbeiten. Die Combinationslehre ist für die Telegraphie von großer Wichtigkeit, da sie die Verbindungsgänge im Inneren der Apparate kennen lehrt und dadurch Anleitung giebt, die Ursache vorkommender Störungen zu ergründen und zu beseitigen. Ist es erforderlich, daß der Strom zu verschiedenen Zeiten die Apparate auf verschiedenen Wegen durchläuft, so wendet man einen Umschalter oder Wechsel an. Zuerst (schon Cooke 1837) wandte man Drähte an, welche einen Theil des Stromkreises bildeten und in Quecksilbernäpfchen tauchten, aus denen sie bei Bedarf ausgehoben und in andere gelegt wurden. Die später benutzten Gleit-, Kurbel- oder Klemmen-Wechsel enthalten starke, federnde Arme, welche auf verschiedene kleine Metallplatten aufgelegt werden können und so eine Leitung nach diesen herstellen. In neuerer Zeit bedient man sich meist sogenannter Lamellen- oder Stöpselumschalter; diese bestehen aus einer parallelen Reihe gegen einander isolirter Metallschienen, über oder neben

welchen, rechtwinklig zu denselben, eine zweite Reihe ebenfalls gegen einander isolirter Metallschienen befindlich ist. Diese Schienen, deren Zahl von der Mannigfaltigkeit der nöthigen Veränderungen in den Stromläufen abhängt, sind so durchbohrt oder mit Ausschnitten versehen, daß jede obere Schiene einzeln mit jeder unteren Schiene mittelst eines Metallstöpsels in Verbindung gesetzt werden kann. Da die Schienen mit den verschiedenen Leitungs- und Apparatdrähten verbunden sind, so kann man durch Versetzung der Stöpsel den Strömen jede erforderliche Richtung geben.

In Folgendem sollen nur mehrere bei den Morse'schen Einstiftapparaten vorkommende Combinationen näher betrachtet werden, da sie am wichtigsten sind und da nach denselben die Combinationen in anderen Apparaten leicht verstanden und benutzt werden können. Dabei wird zugleich Einrichtung und Gebrauch der Wechsel näher erörtert werden.

214. Wie sind die Morse'schen Apparate im Locale kurz unter einander zu verbinden?

Will man die hauptsächlichsten Morse'schen Apparate, nämlich den Schreibapparat S, das Relais R, den Taster T, eine Telegraphir- und eine Local-Batterie B und b unter sich verbinden, ohne sie in eine Telegraphenleitung einzuschalten, so kann es nach Anleitung der Fig. 143 geschehen.

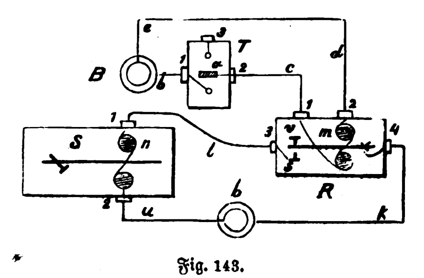


Fig. 143.

Wenn der Tasterhebel niedergedrückt wird, so geht der + Strom der Telegraphirbatterie B zur Klemme 1 des

Tasters, nach dem Arbeitscontacte durch den Tasterhebel nach der Tasterachse a und zur Klemme 2, von da durch den Draht c zur Klemme 1 des Relais, durch den Elektromagnet m zur Klemme 2, und durch den Draht de zum —Pole der Telegraphirbatterie zurück. Da der elektrische Strom den Elektromagnet des Relais umkreist, so bewegt sich der Relaishebel mit dem Anker von der Stellschraube v an die Stellschraube s und stellt eine metallische Verbindung zwischen den Klemmen 3 und 4 des Relais her, worauf dann der Strom der Localbatterie b vom +Pol durch den Draht u zur Klemme 2 des Schreibapparates, durch den Elektromagnet n nach der Klemme 1 desselben, durch den Draht l zur Klemme 3 des Relais und durch die Stellschraube s und den Hebel nach der Klemme 4 geht, von wo aus er durch den Draht k zum —Pole der Localbatterie zurückkehrt. In Folge des Anziehens des Ankers im Schreibapparate werden nun die Zeichen durch den aufwärtsschlagenden Schreibstift in den Papierstreifen eingedrückt.

Wie die Pole der Localbatterie eingeschaltet werden, ist gleichgiltig, da bei jeder Richtung des Localstromes der Schreibhebel angezogen wird.

215. Wie sind zwei Stationen zum Telegraphiren mit Arbeitsstrom einzuschalten?

Fig. 144 zeigt eine Einschaltung für zwei Stationen für Arbeitsstrom (vgl. Fr. 157), jedoch ohne Wecker, Bussole und Blitzableiter. R bedeutet die Relais, S die Schreibapparate, T die Taster, B die Linienbatterien, b die Localbatterien, L_1 L_2 die Leitung und E die Erdplatten. Die Bussole wäre in den Draht f einzuschalten.

Drückt Station I, um eine Depesche nach Station II zu senden, den Tasterhebel nieder, so geht der Strom vom +Pol der Batterie B_1 zur Klemme 1 des Tasters T_1 zur Tasterachse 2 durch den Draht f_1 nach der Leitung L_1, in der Leitung

$L_1 L_2$ nach der Station II, durch den Draht f_2 zur Achse 2 des Tasters T_2 und (weil dieser Taster im Ruhestande ist, folglich der Tasterhebel auf dem Ruhecontact 3 aufliegt) von

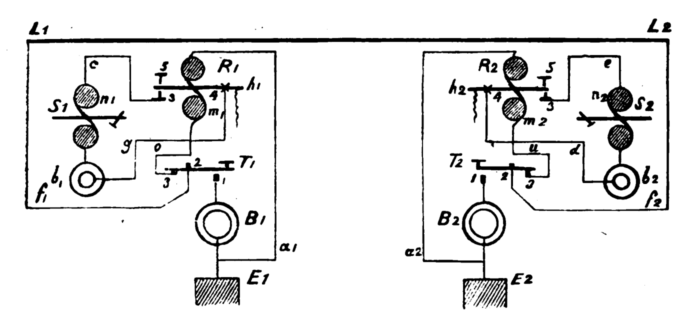


Fig. 144.

der Achse 2 nach 3, durch den Draht u zur Klemme 1 des Relais, durch den Elektromagnet m_2 nach Klemme 2, von hier durch den Draht a_2 zur Erdplatte E_2, in der Erde zur Erdplatte E_1 der Station I zurück und zum — Pol der Linienbatterie. Der Localstrom geht in Station II denselben Weg, wie er schon bei Fig. 143 erklärt wurde, und setzt den Schreibapparat in Thätigkeit. Das Relais R_1 wird vom Strom der Batterie B_1 nicht mit durchlaufen. In Fig. 144 ist der Einfachheit halber die Erdplatte E gleich auf dem kürzesten Wege mit dem —Pol der Linienbatterie B verbunden worden; in der Wirklichkeit dagegen führt von ihr ein Draht nach der Doppelklemme 2 des Relais (Fig. 91) und von dieser dann ein zweiter Draht a nach dem—Pol.

Ist ein Wecker erforderlich, so wird derselbe mit in den Kreis der Localbatterie b eingeschaltet, jedoch so, daß man nach Belieben den Strom dieser Batterie entweder durch den Schreibapparat oder den Wecker gehen lassen kann. Würde

z. B. das eine Ende der Elektromagnetspule des Weckers mit dem +Pole der Localbatterie b_2, das andere mit dem Drahte e verbunden, so würde der Strom von b_2 sowohl den Wecker als den Schreibapparat S_2 durchlaufen; soll dies nicht geschehen, so löst man, etwa bei e, abwechselnd die nach dem Wecker oder die nach dem Schreibapparat führende Drahtverbindung mittelst eines einfachen Wechsels (Fr. 213).

216. Wie sind zwei Stationen zum Telegraphiren mit Ruhestrom einzuschalten?

Beim Telegraphiren mit Ruhestrom muß durch das Niederdrücken eines Tasters der Strom in der Leitung unterbrochen werden. Die Apparate und Batterien sind dann nach dem Schema Fig. 145 eingeschaltet. Der Contact 1

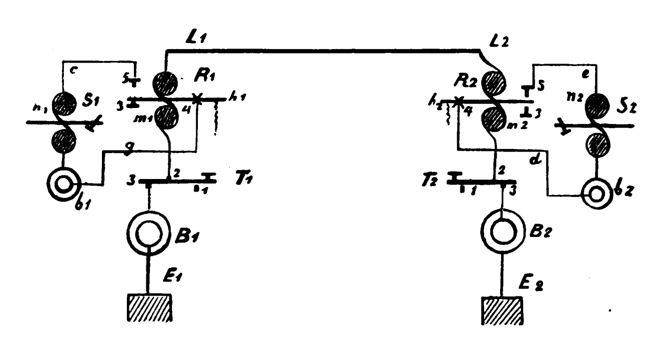


Fig. 145.

des Tasters (n in Fig. 89) ist hierbei außer Verbindung mit anderen Apparattheilen und dient nur dazu, die Bewegung des Tasterhebels zu beschränken. Im Ruhestande der Taster sind beide Linienbatterien B_1 und B_2 in die Leitung so eingeschaltet, daß bei der einen der Zinkpol, bei der anderen der Kupferpol zur Erde geführt ist, und daß demnach

beide Batterien eine einzige bilden. Auf der Station I geht der Strom vom +Pol in B_1 zum Contact 3 des Tasters T_1, in dem Tasterhebel zur Achse 2 und in die Umwindungen des Relais-Elektromagnetes m_1, hierauf in die Leitung L_1 L_2 und durch die Rollen m_2 des Relais R_2, den Taster T_2 und die Linienbatterie B_2 der Station II zur Erdplatte E_2 und über E_1 zum —Pole in B_1 zurück. Der Strom von B_2 hat dieselbe Richtung. Die Relaishebel sämmtlicher in die Linie eingeschalteter Stationen bleiben, so lange dieser Strom circulirt, von den Elektromagneten angezogen und legen sich an die Schrauben 3 an, da aber diese Schrauben hier (im Gegensatze zu s_2 in Fig. 90) isolirt sind, so kann jetzt der Strom der Localbatterie b nicht durch das Schreibwerk S hindurchgehen. Sobald aber durch das Niederdrücken eines Tasters der Linienstrom unterbrochen wird, werden sämmtliche Relaishebel durch die Wirkung der Spiralfedern (f in Fig. 90) emporgezogen und mit den hier nicht isolirten Schrauben 5 in Berührung gebracht, hierdurch die Ströme der Localbatterien b durch den Elektromagnet n der Schreibwerke S hindurch geschlossen und letztere in Gang gebracht, wie aus Fig. 145 deutlich zu ersehen ist. Bei dieser Einschaltung der Apparate ist es nicht nöthig, daß jede Station eine Linienbatterie habe, es reichen zwei Linienbatterien an den beiden Endstationen oder eine dergleichen an einer Mittelstation hin, um beim Niederdrücken eines Tasters die Apparate sämmtlicher Stationen in Gang zu bringen.

217. **Wie läßt sich der Schreibhebel einrichten, damit er beim Telegraphiren mit Arbeitsstrom und mit Ruhestrom brauchbar ist?**

Weder das Telegraphiren mit Arbeitsstrom noch das Telegraphiren mit Ruhestrom ist in allen Fällen das Vortheilhafteste, vielmehr ist im Allgemeinen der Arbeitsstrom für längere oder mangelhaft isolirte Leitungen, der Ruhe-

strom dagegen für kürzere Leitungen mit vielen Zwischenstationen (sogenannte Omnibus-Linien) zu empfehlen. In Fig. 144 und 145 sind für beide Methoden dieselben Schreibapparate, aber Relais von verschiedener Einrichtung verwendet. Wäre der Schreibapparat unmittelbar in die Leitung eingeschaltet, so müßte man für beide Methoden verschiedene Schreibapparate haben. Um diesen Uebelstand zu umgehen, suchte Dr. Dehms in Berlin den Schreibapparat für Ruhestrom und Arbeitsstrom zugleich brauchbar zu machen und gab dazu dem Schreibhebel die in Fig. 146

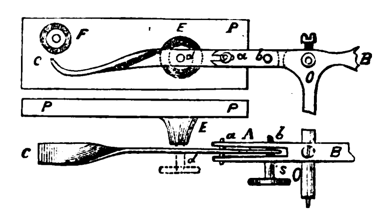


Fig. 146.

abgebildete Einrichtung (welche man ebensogut auch am Relaishebel anwenden könnte). Wird der Papierstreifen zwischen dem Farbrädchen F und dem Schreibhebelende C fortgezogen, so wird der Arm OC des um die Achse O drehbaren Schreibhebels BOAC aus zwei Theilen hergestellt. Der Ankerhebel AB hat bei A einen längeren verticalen und einen kürzeren horizontalen Schlitz; den Schreibhebel AC bildet eine flache Stahlplatte, welche bei C windschief unter einem rechten Winkel gebogen ist. Das eine Ende von AC wird in den verticalen Schlitz in AB so eingesteckt, daß die kleine Achse a in den horizontalen Schlitz zu liegen kommt. In der Verlängerung dieses Schlitzes ist durch die beiden Lappen des Ankerhebels und den Schreib-

hebel bei b ein Loch gebohrt, welches im hinteren Lappen Schraubengewinde hat und in welches die Schraube s eingeschraubt wird, wenn der Apparat in eine Arbeitsstromlinie eingeschaltet wird. Dann bilden nämlich beide Hebel ein Ganzes und C drückt den Papierstreifen an F, so oft der an B sitzende Anker vom Elektromagnet nach unten gezogen wird.

Steckt man dagegen die Schraube s nicht durch das Loch b, sondern durch das Loch d des Schreibhebels und schraubt man sie in das an der Gestellplatte P angebrachte Messingstück E ein, so dient sie als Achse für den Schreibhebel A C; zieht der Elektromagnet den Anker an B nieder, so hebt A mittelst der Achse a das Ende d a des Schreibhebels und senkt dessen Ende d C; läßt der Elektromagnet den Anker los, so geht A nieder und drückt das Ende C gegen das Farbrädchen F. Jetzt läßt sich also der Apparat für eine Ruhestromleitung verwenden.

Damit der Apparat nach dem Versetzen der Schraube d ohne Weiteres, ohne Reguliren der Contactschrauben richtig arbeitet, müssen sowohl die Hubhöhe, als auch die beiden äußersten Stellungen des schreibenden Endes C ungeändert bleiben. Die Hubhöhe ändert sich nicht, wenn d den Hebel A C in demselben Verhältnisse theilt, wie a den Hebel O C, wenn also $Oa : OC = da : dC$. Damit sich auch die äußersten Stellungen nicht ändern, bestimme man die Bohrung in E folgendermaßen: man verbinde den Hebel für Arbeitsstrom, markire auf E die beiden Punkte, welche bei den beiden äußersten Hebellagen in der Verlängerung des Loches d liegen, und bringe die Bohrung in E in der Mitte zwischen jenen beiden Punkten an. O, a, d und C sollen wenigstens annähernd in einer geraden Linie liegen.

218. Wie ist die Apparatverbindung bei Anwendung von Elektro-Inductionsströmen?

Bei Verwendung eines Inductionsrelais (Fr. 163) hat

der Taster zwei vordere Contactpunkte a und b (Fig. 147), von denen beim Niederdrücken des Tasters, mittelst einer unter demselben befindlichen Feder, zuerst der Contactpunkt a und dann b mit dem Tasterhebel in Berührung kommt. Der Stromerzeuger besteht aus einem etwa 18 Zoll langen und 2 Zoll im Durchschnitt haltenden Bündel aus lauter schwachen Eisenstäbchen. Dieser Eisencylinder ist zunächst mit stärkerem und darüber mit schwächerem Drahte in vielen Lagen umwunden. Die Enden des inneren Drahtes sind mit der Tasterachse und einer Localbatterie in Verbindung gebracht, deren anderer Pol mit dem Tasteramboße b verbunden ist. Die äußeren Umwindungen führen einerseits zum Relais und zur Erde, andererseits zum Contacte a des Tasters. Wird der Taster in A auf die Contacte a und b niedergedrückt, so wird die Localbatterie kurz durch die inneren Umwindungen des Stromerzeugers, den Tasterhebel und den Contact b geschlossen. Dadurch entsteht in den äußeren Umwindungen beim Niederdrücken des Tasters im Augenblicke der Berührung des Tasterhebels mit b ein Inductionsstrom von gewisser Richtung, beim Loslassen des Tasters ein entgegengesetzt gerichteter. Dieser Strom geht einerseits zur Erde, andererseits durch a und den Tasterhebel hindurch in die Leitung, nach Station B, durch den Tasterhebel und den hinteren Contact d_1 in das Relais und aus diesem zur Erde. Die Einschaltung der Batterie in A ist so, daß beim Niederdrücken des Tasters, also durch den Schließungsstrom, das Relaisstäbchen in B sich an die metallische Schraube s_1 anlegt und hierbei die Localbatterie durch den Schreibapparat schließt, durch den Oeffnungsstrom dagegen sich wieder an das isolirende Achathütchen t_1 anlegt. Aehnliches geschieht beim Telegraphiren von B nach A. Auf beiden Stationen erzeugt die Localbatterie beim Fortgeben von Zeichen die Inductionsströme, beim Empfangen von Zeichen aber setzt sie den Schreibapparat in Thätigkeit.

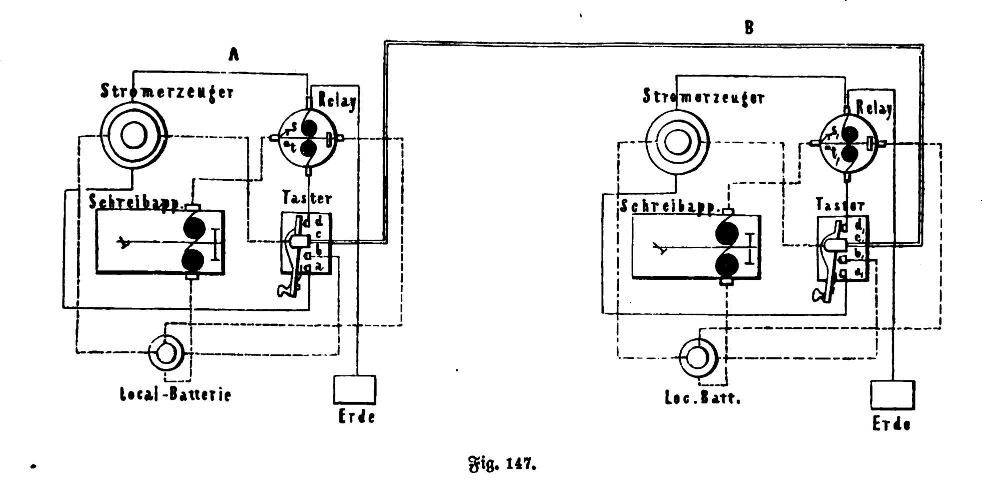

A
B
Stromerzeuger
Relay
s
t
Schreibapp.
Taster
d
c
b
a
Local-Batterie
Erde
Stromerzeuger
Relay
Schreibapp.
Taster
Loc. Batt.
Erde

Fig. 147.

219. Wie ist die Einschaltung der Apparate für drei Stationen?

Fig. 148 zeigt eine Einschaltung für zwei Endstationen A und B und eine Mittelstation M. Die Schreibapparate und Wecker mit den Localbatterien wären wieder nach Fig. 144 einzuschalten. Die Mittelstation M hat keine Erdleitung, damit der Strom nicht schon hier zur Erde geht, sondern noch bis zur nächsten Station gelangen kann.

Wenn Station A spricht, so geht der elektrische Strom vom + Pol der Linienbatterie in A zur Klemme 2 des Tasters T nach a und c zu 3, durch p nach der Erdplatte P_1, durch die Erde bis zu P_2 der Station B, hierauf durch den Draht p' zur Klemme 3 des Tasters in B, über c und b zur Klemme 1, durch k_2 nach Klemme 4 des Relais, durch m m nach Klemme 5, von hier durch den Leitungsdraht nach der Mittelstation M, zur Klemme 3 des Tasters, über c nach b zur Klemme 1, durch k_1 zur Klemme 4 des Relais, durch m m nach Klemme 5 und durch den Leitungsdraht bis zur Ausgangsstation A zurück, wo er bei Klemme 5 des Relais eintritt. Da er hier durch m m, 4, k, Klemme 1 und den Contactpunkt b des niedergedrückten Tasters keinen Schluß findet, so kehrt er von der Doppelklemme 6 durch den Draht o zum —Pol seiner Batterie zurück. Die Wirkungen des Stromes sind in B und M ganz gleich: auf beiden Stationen kommt der Schreibapparat in Thätigkeit.

Beim Telegraphiren von Station B aus wird der Relais- und der Schreibhebel gleichzeitig in A und M angezogen. Drückt endlich die Mittelstation M den Taster nieder, so schreiben gleichzeitig die Schreibapparate in A und B. Der Strom der Linienbatterie in M geht dann nämlich vom + Pole durch 2, a und c nach Klemme 3 und in die Leitung nach B, wo er durch den Relaiselektromagnet und Taster zur Erde P_2 gelangt, hierauf in der Erde zur Erdplatte P_1 der Station A, durch p, 3, c, b, 1, k und 4 in die Umwindungen des Relaiselektromagnetes und aus Klemme 5 in die Leitung

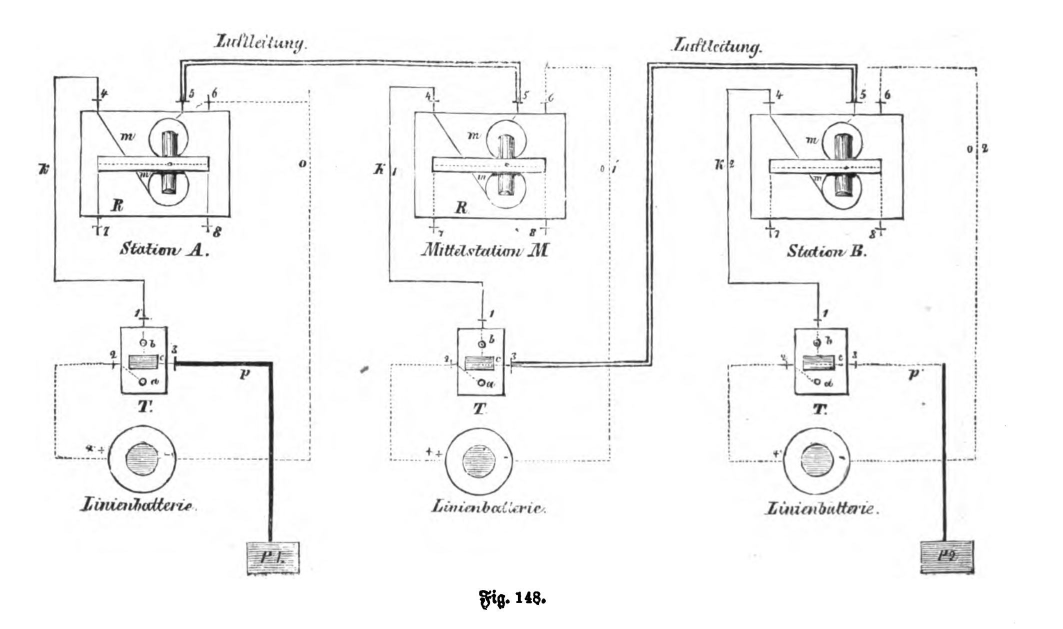

Luftleitung.
Luftleitung.
Station A.
Mittelstation M
Station B.
Linienbatterie.
Linienbatterie.
Linienbatterie.
P1.
P2.

Fig. 148.

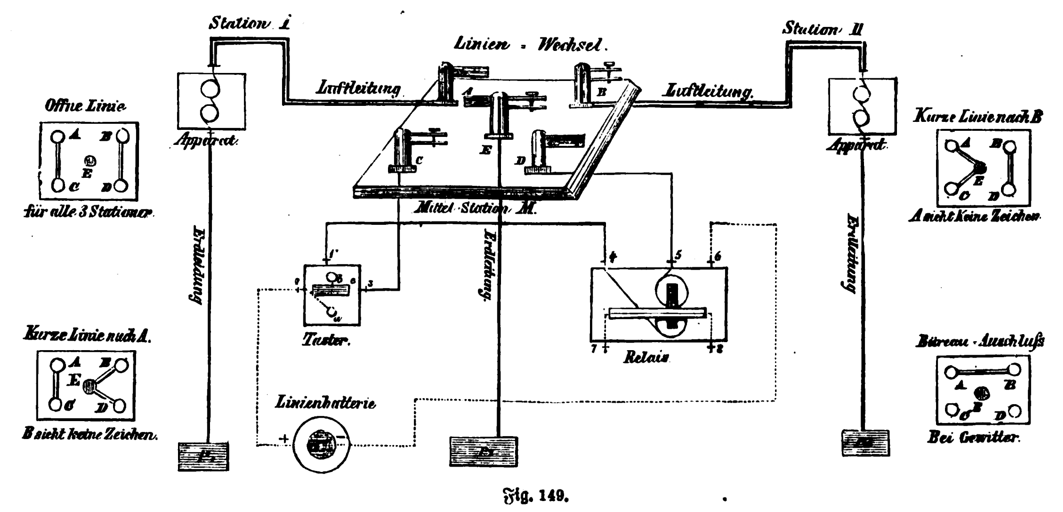
nach M, zur Klemme 5 und 6 daselbst und zurück zum —Pole der Batterie. Auf der Station M kann der Strom nicht durch das Relais, weil hier der niedergedrückte Tasterhebel außer Verbindung mit b, 1, k_1, 4, mm und 5 ist.

220. Wie ist die Drahtverbindung auf einer Mittelstation, wenn von dieser aus nur mit der einen oder der anderen Station oder gleichzeitig nach beiden hin gesprochen werden soll?

Man kann sich von einer Mittelstation aus auch gegen die eine oder andere Station abschließen; will man aber z. B. blos nach links sprechen, so muß man die Station rechter Hand mit der Erdleitung der Mittelstation verbinden, um durch die Abschließung keine Unterbrechung zu bewirken. Man nennt dies: bei kurzer Linie correspondiren.

Die Mittelstation M in Fig. 149 hat einen Umschalter mit Klemmen. Die mittlere Klemme E, welche mit der Erdleitung in Verbindung steht, hat einen hohlen und einen massiven Schnabel. Die Stationen I und II sind nicht ganz abgebildet, aber wie in Fig. 148 eingeschaltet. In die Klemmen A und B sind die Telegraphenleitungen nach Station I und II geklemmt, in C der Tasterdraht von Klemme 3, und in D der Draht, der zur Klemme 5 am Relais führt. Die verschiedenen Stellungen der Klemmen für die gestellten Bedingungen sind zu beiden Seiten der Fig. 149 angedeutet.

Links oben die Stellung zu offener Linie für alle drei Stationen zeigt A mit C, B mit D verbunden. Wenn nun auf der Mittelstation M telegraphirt wird, so geht der Strom vom +Pole der Linienbatterie nach 2, a, c und 3 des Tasters, über C und A des Umschalters in die Leitung nach Station I, dort durch den Apparat in die Erdplatte P_1, in der Erde fort bis zur Erdplatte P_3 der Station II, durch



Station I
Linien - Wechsel.
Station II
Luftleitung
Luftleitung.
Apparat.
Apparat.
Offne Linie
für alle 3 Stationen.
Kurze Linie nach B
A sieht keine Zeichen.
Kurze Linie nach A.
B sieht keine Zeichen.
Bureau - Ausschluß
Bei Gewitter.
Mittel Station M.
Erdleitung
Erdleitung.
Erdleitung
Taster.
Relais
Linienbatterie

Fig. 149.

den dortigen Apparat und kehrt in der Leitung nach M zurück, wo er über die Klemmen B und D und die mit einander verbundenen Relaisklemmen 5 und 6 zum —Pole der Batterie seinen Lauf vollendet. Das Relais der Abgangsstation M spricht nicht an, weil wegen des niedergedrückten Tasters daselbst die Klemme 1 und der Contactpunkt b außer Verbindung mit dem Tasterhebel sind. Wenn bei dieser Stellung, also bei offener Linie, von Station I nach Station II durchgesprochen wird, so geht der Strom auf der Mittelstation M über die Klemmen A und C durch 3 c b und 1 des Tasters, durch die Umwindungen des Relais und über die Klemmen 5, D und B in die Leitung nach Station II. Der Apparat in M wird also, gleichwie der in II, von I aus in Thätigkeit gesetzt.

Will M auf kurzer Linie mit der Station I sprechen, ohne daß II Zeichen erhält, so werden im Umschalter (in der Figur links unten) die Klemme A mit C, und die Klemmen B und D mit E verbunden. Der Strom der Linienbatterie von M geht dann vom + Pole durch den Taster nach C und A des Umschalters, in die Leitung nach Station I und dort durch den Apparat zur Erdplatte P_1, in der Erde zurück zur Platte P_2 der Mittelstation M, in die Klemmen E und D und durch die Relaisklemmen 5 und 6 zum —Pole der Batterie. — Ein von Station I ankommender Strom geht bei dieser Stellung durch A und C und den Taster in die Umwindungen des Relais, hierauf durch D und E zur Erde und zurück zur Station I. Ein von Station II kommender Strom geht in M über B und E gleich zur Erde.

Wenn M auf kurzer Linie mit der Station II spricht, ohne daß I Zeichen erhält, so ist im Umschalter (in der Fig. 149 rechts oben) die Klemme B mit D und die Klemmen A und C mit E verbunden. Der Strom der Linienbatterie von M geht dann vom + Pole durch den

Taster nach den Klemmen C und E und aus letzterer in die Erdplatte P_2, hierauf in der Erde nach der Platte P_3 der Station II, durch den Apparat daselbst und in der Leitung zurück zur Station M, hier aber über die Klemmen B und D und die Relaisklemmen 5 und 6 zum —Pole der Batterie. Ein von Station II kommender Strom geht in M durch das Relais und den Taster, ein von I kommender über A und E sofort zur Erde.

Wenn, z. B. bei Gewittern, der Apparat von den Leitungen gänzlich abgeschlossen werden soll, so wählt man die Stellung rechts unten, wo die Klemme A mit B verbunden ist. Ein von der Station I oder II kommender Strom geht dann sogleich weiter nach II oder I, ohne den Apparat in M zu passiren. Noch mehr sichert man den Apparat bei Gewittern, wenn man die Leitungen mittelst der Klemmen A und B direct mit der Erdleitung verbindet.

In Fig. 150 ist ein anderer, auf verschiedenen Linien in Gebrauch genommener Umschalter mit zwei Hebeln abgebildet. Die hier dargestellte Mittelstation hat folgende Bedingungen zu erfüllen: 1) die Station spricht zugleich durch die Leitungsdrähte I und II; 2) die Station spricht nur durch Leitungsdraht I; 3) die Station spricht nur durch Leitungsdraht II; 4) die Leitungsdrähte I und II sind direct verbunden, also der Apparat der Station ausgeschlossen. In diesen vier Fällen haben die beiden Wechselkurbeln in Fig. 150 auf Seite 306 folgende Stellungen:

Wenn der Apparat zugleich durch die Leitungsdrähte I und II spricht, so steht der obere Hebel des Umschalters in der Mitte auf der Feder M, der untere rechts auf der Feder T. Dann geht der Strom der Linienbatterie, wenn der Tasterhebel niedergedrückt wird, vom +Pole durch 1, a, c, 2, ferner durch 5 und 7 in die Leitung I nach der Station rechts, in der Erde weiter nach der Station links und kehrt

im Leitungsdrahte II zurück nach 6, 4, 9 und dem —Pole der Batterie. Die obere, durch die Klemme 8 beständig

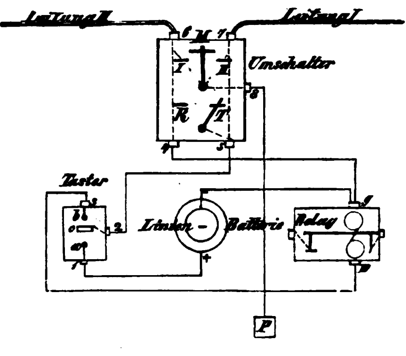


Fig. 150.

mit der Erdplatte P verbundene Kurbel ist hier außer Verbindung mit dem Apparate. Ein aus Leitung I von der entfernten Station kommender Strom geht durch 7, 5, 2, c, b, 3, 10, 9, 4 und 6 in die Leitung II, der Relaishebel wird angezogen und folglich schreibt das Schreibwerk. Eben so, wenn aus Leitung II ein Strom kommt.

Spricht die Station blos durch den Leitungsdraht I, so steht der obere Hebel des Umschalters links auf Feder I, der untere rechts auf T. Dann geht der Linienstrom vom +Pole durch 1, a, c, 2, 5 und 7 in die Leitung I, kehrt in der Erde zurück zur Platte P, geht von hier durch Klemme 8 in den oberen Hebel und durch die Klemmen I, 4 und 9 zurück zur Batterie. Ein von der entfernten Station durch Leitung I kommender Strom geht durch 7, 5, 2, c, b, 3, 10, 9, 4 und I in den oberen Hebel und durch 8 zur Erde. Der Relaiselektromagnet schließt die

Localbatterie zur Bewegung des Schreibwerkes. Ein aus Leitung II kommender Strom geht über 6, I und 8 sofort zur Erdplatte P.

Wenn die Station nur durch Leitungsdraht II spricht, steht der obere Hebel rechts auf der Feder II, der untere rechts auf T. Beim Telegraphiren geht dann der Linienstrom von + durch 1, a, c, 2, 5 und II in den oberen Hebel und durch 8 zur Erde, hier fort bis zur nächsten Station links, kehrt im Leitungsdrahte II zurück und geht durch 6, 4 und 9 zum —Pole der Batterie. Ein von der entfernten Station durch Leitung II kommender Strom geht durch 6, 4, 9, 10, 3, b, c, 2, 5 und II in den oberen Hebel, zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. Das Schreibwerk wird also in Gang gesetzt; nicht so durch einen aus Leitung I kommenden, von 7 über II nach 8 und zur Erde gehenden Strom.

Sollen endlich die Leitungsdrähte I und II direct verbunden, also der Stationsapparat aus der Leitung ausgeschaltet werden, so stellt man den oberen Hebel in die Mitte auf M, den unteren links auf die Feder R; dann sind, wie aus der Abbildung hervorgeht, die Leitungen II und I durch die Klemme 6, den unteren Hebel bei R, die Klemmen 5 und 7 leitend mit einander verbunden.

Bei Gewittern verbindet man zum Schutz der Apparate nicht nur die Linien direct mit einander, indem man den unteren Hebel links auf R stellt, sondern man stellt auch gleichzeitig den oberen Hebel links oder rechts auf eine der Federn I oder II, um beide Linien mit der Erde in Verbindung zu setzen.

221. Was ist ein Translator oder Uebertrager?

Obgleich man jedes Relais einen Uebertrager oder Translator nennen könnte, so versteht man doch unter einem

Translator gewöhnlich nur einen Apparat, durch welchen (nicht eine Localbatterie, sondern) eine neue Linienbatterie geschlossen wird, durch welchen also ein auf der einen Linie einer mit Translatoren ausgerüsteten Translationsstation anlangendes Zeichen sofort und ohne Zuthun eines Beamten mittelst eines von der Translationsstation ausgehenden Stromes in eine andere Linie weiter fortgegeben wird. Der Translator ersetzt also gewissermaßen einen Taster. Durch die Translation wächst unter Umständen die Schnelligkeit und Correctheit, mit welcher die Telegramme ihr Ziel erreichen; beim Sprechen durch mehrere Translatoren muß man aber etwas langsamer und gut markirt telegraphiren.

Zum Uebertragen benutzt man entweder ein Translations- oder Doppelcontact-Relais oder besser den Schreibapparat.

222. Wer erfand und verbesserte die Translatoren?

Ezra Cornell soll die Translation schon 1846 zwischen New-York und Buffalo angewendet, ja Morse bereits 1836 an dieselbe gedacht haben. Fardely schlug schon 1844 die Translation bei seinem Typendrucktelegraph vor oder verwendete sie selbst auf der Taunusbahn. Kurz nach Cornell gab John J. Speed einen Translator für das Telegraphiren mit Ruhestrom an; ein weiterer Vorschlag zur Translation wurde von dem nach Preußen berufenen Amerikaner Robinson gemacht und im Juli 1849 auf der Station Minden am Morse wirklich ausgeführt. Für die damals in Oesterreich üblichen Bain'schen Apparate erdachte Engelbert Matzenauer 1847 Translatoren und stellte sie 1850 auf der Linie Neuhäusel-Preßburg auf. Sehr erfolgreich war Steinheils Vorschlag, den Schreibapparat als Translator zu benutzen, weil dabei die An-

schaffungskosten für die Translationsrelais erspart werden, der Widerstand dieser Relais aus der Leitung wegfällt und zugleich der von dem Localstrom bewegte Schreibhebel einen sichereren Schluß der Translationsbatterie bewirkt, als der leichtere Relaishebel.

223. Welche Einrichtung hat das Translationsrelais?

Der Uebertrager ist dem gewöhnlichen Relais ganz ähnlich, nur mit dem Unterschiede, daß die obere Limitirungsschraube nicht isolirt ist und daß folglich die untere Schraube nicht mit der oberen in metallischer Verbindung sein darf. Dem elektrischen Strome sind hier zwei Wege dargeboten, jenachdem der Hebel an der oberen oder unteren Schraube anliegt. Fig. 151 und 152 zeigen einen solchen Uebertrager in der Seitenansicht und im Grundriß.

A ist eine Holzplatte, auf welcher zwei Elektromagnetspulen M befestigt sind, deren zwei Drahtenden u in die Klemmen 1 und 2 geführt sind; b b ist der Hebel mit seinem Anker a; dieser Hebel ist mit seiner Achse d d in den Metallständer D eingelagert und durch zwei Stellschrauben e_1 und e_2 befestigt; bezüglich der Spiralfeder f, des Armes g, der Stellschraube n, der Isolirung der Ständer D und E gegen die Metallplatte B mag auf das bei Fig. 90 und 91 Gesagte verwiesen werden. Im Ruhestande des Apparates liegt der Hebel b b mit seinem vorderen Ende durch die Spiralfeder f nach aufwärts gezogen an der oberen Stellschraube s_1 des Ständers C an, welcher mit der Klemme 3 verbunden ist. Unter dem Hebel steht noch ein zweiter mit der Klemme 5 verbundener Ständer F von Messing, welcher die Regulirungsschraube s_2 trägt, auf die der Hebel b b mit seinem vorderen Ende zu liegen kommt, wenn der Anker a von dem Elektromagnet M angezogen wird. So lange der Hebel an s_1 anliegt, stellt er die leitende Verbindung zwischen

den Klemmen 3 und 4 her; sobald er sich auf s_2 legt, ver-

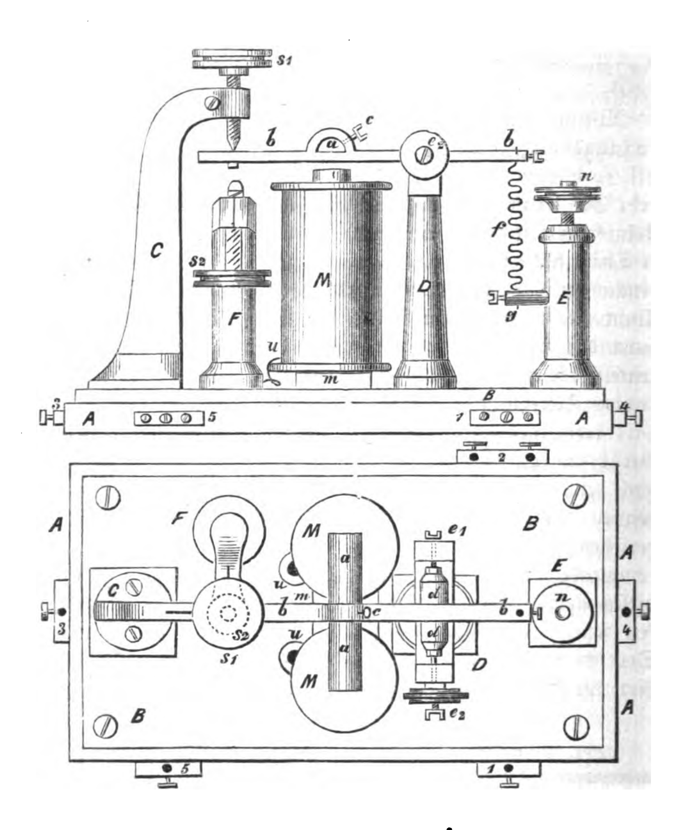


Fig. 151 und 152.

bindet er die Klemmen 5 und 4. Auf jeder Uebertragungs-station müssen sich zwei Uebertrager befinden, von denen der

eine die neue Linienbatterie nach der einen Seite, der andere nach der anderen Seite hin schließt. Außerdem ist ein Umschalter oder Wechsel nöthig, welcher den Lauf der Ströme in den Apparaten, je nach den gestellten Bedingungen, regelt.

Wenn von einer entfernten Station nur bis zur Uebertragungsstation und nicht darüber hinaus telegraphirt werden soll, so bleiben die Translatoren in Ruhe und der Umschalter steht so, daß der ankommende Strom direct in das Relais und zur Erde gelangt, wodurch der Schreibapparat in Thätigkeit gesetzt wird. Soll hingegen über die Station hinaus mit Uebertragung gesprochen werden, so hat der Umschalter eine solche Stellung, daß der ankommende Strom durch den Hebel b b und den Ständer C des einen, darauf mittelst der Klemmen 1 und 2 durch den Elektromagnet des anderen Uebertragers und sodann zur Erde geht. Hierdurch wird der Hebel b b des letzteren angezogen und schließt am Berührungspunkte von b und s_2 eine neue Linienbatterie nach der nächsten Station hin. Die Uebertragungsstationen können auch mit besonderem Relais und Schreibapparat versehen sein, so daß der von der einen oder anderen Seite kommende Strom, außer durch einen Translator, auch durch dieses Relais geht und somit den Schreibapparat in Thätigkeit setzt. Jede nach irgend einer Richtung durchgehende Depesche kann dann auf der Uebertragungsstation durch den Apparat niedergeschrieben werden. (Vgl. Fr. 226.)

224. In welcher Weise kann der Schreibapparat gleichzeitig den Uebertrager bilden?

Da es in den meisten Fällen wünschenswerth ist, die Depeschen, welche auf einer Uebertragungsstation durch den Uebertrager weiter befördert werden, auch überall mit lesen zu können, so hat man, der größeren Einfachheit wegen, dem

Schreibapparate eine solche Einrichtung gegeben, daß er selbst die Uebertragung zu bewerkstelligen vermag. Diejenigen Theile des Schreibapparates, welche bei der Uebertragung in Wirksamkeit kommen, sind in Fig. 153 dargestellt.

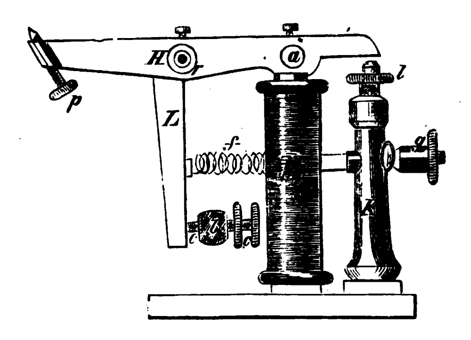


Fig. 153.

M ist der Elektromagnet, H der Schreibhebel, r dessen Drehpunkt, p der Schreibstift, a der eiserne Anker, welcher vom Elektromagnet angezogen wird, K die Uebertragungssäule mit der oberen Schraube l, auf welche das rechte Ende des Schreibhebels bei der Anziehung durch den Elektromagnet aufschlägt. Die Schraube l muß so eingestellt sein, daß der Anker a den Eisenkern des Elektromagnetes nicht berühren kann. Der im Durchschnitt abgebildete messingene Quersteg b mit der durchgehenden Schraube c ist gegen das Gestell des Schreibapparates isolirt; jedoch liegt im Ruhestande der mit dem Schreibhebel fest verbundene senkrechte Arm L an der Schraube c an, indem derselbe durch die Spiralfeder f, welche durch die in einem Elfenbeinfutter durch die Uebertragungssäule hindurchgehende Schraube g stärker und schwächer gespannt werden kann, an jene Schraube

c fest angedrückt wird. Der Quersteg b mit der Schraube c entspricht dem Ständer C und der Schraube s_1, die Säule K der Säule F des Uebertragers (Fig. 151).

Die Wirkung ist hier nun, wie leicht einzusehen, genau dieselbe wie bei dem oben beschriebenen Uebertrager, nur mit dem Unterschiede, daß hier während der Uebertragung auch zugleich die übertragene Schrift durch den Schreibstift auf dem Papierstreifen hervorgebracht wird und daß die Bewegung des Schreibhebels durch einen besonderen Localstrom geschieht. Wenn also von einer entfernten Station nur bis zur Uebertragungsstation gesprochen werden soll, so steht hier der Umschalter so, daß der Strom durch ein Relais zur Erde geht, den Localbatteriestrom durch den Elektromagnet M des Schreibwerkes hindurch schließt und die Schrift erzeugt, ohne jedoch einen neuen Linienbatteriestrom nach der nächsten Station hin zu entsenden. Soll jedoch mit Uebertragung nach der nächsten Station hin gesprochen werden, so hat der Umschalter eine solche Stellung, daß der ankommende Strom bei dem einen in Ruhe befindlichen Uebertrager über den Quersteg b und den Schreibhebel H in das Relais des anderen Uebertragers und hierauf zur Erde geht. Die Anziehung des Relaishebels erzeugt den Schluß einer Localbatterie und ein Niederschlagen des Schreibhebels vom zugehörigen Schreib- und Uebertragungsapparat; hierbei wird b und c von L und H getrennt, dagegen H mit der Uebertragungssäule K in Verbindung gebracht, und dies bewirkt den Schluß einer Linienbatterie nach der nächsten Station hin. Um nach beiden Seiten hin übertragen zu können, verbindet man zwei Schreibapparat-Translatoren mit einander.

Steht bei Anwendung von Farbschreibern zu befürchten, daß deren leichter Schreibhebel beim Auflegen auf die Schraube l keinen sicheren Contact giebt, so benutzt man einfache Translatoren, welche dem in Fig. 153 abgebildeten bei Weglassung des Schreibstiftarmes H p gleichen.

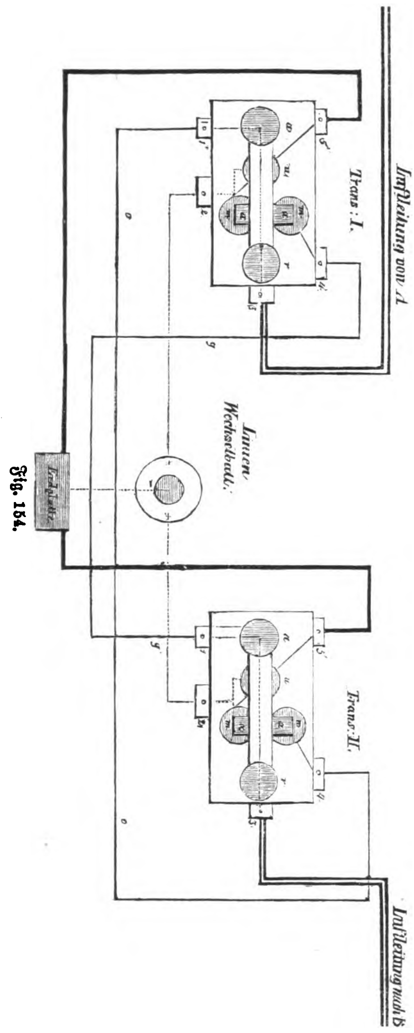


Fig. 154.

225. Wie sind zwei Uebertrager oder Translatoren mit einander zu verbinden?

Die Verbindung zweier Translatoren unter einander macht Fig. 154 anschaulich. Hier ist a der obere Contactpunkt, welcher mit Klemme 1 verbunden ist, u der untere Contactpunkt, verbunden mit Klemme 2, r der Translatorhebel, verbunden mit Klemme 3. Die Ein- und Austrittsstellen des elektrischen Stromes am Elektromagnet m m des Uebertragers sind in den Klemmen 4 und 5. Jeder obere Contactpunkt eines Translators, also Klemme 1, ist mit dem zweiten Translator durch einen zur Klemme 4 führenden Draht verbunden. Die Klemmen 2 führen zum +Pol der Linienbatterie, die

Klemmen 3 zu den entfernten Stationen und die Klemmen 5 zur Erdplatte, mit welcher auch der —Pol der Batterie in Verbindung gesetzt ist.

Wenn ein elektrischer Strom von A kommt, so tritt er bei 3 in den Translator I ein, geht über den Hebel r nach a zur Klemme 1, durch den Draht o nach Translator II zur Klemme 4, durch den Elektromagnet m m nach 5, zur Erdplatte und nach A zurück. Durch das Anziehen des Elektromagnetes am Translator II wird der Hebel r auf u gedrückt und somit die Linienbatterie nach der nächsten Station B hin geschlossen. Der Strom geht dann vom +Pol nach dem Translator II, von Klemme 2 zum unteren Contactpunkt u, hierauf in den Hebel r, zu 3 und durch die Leitung nach B, giebt dort das Zeichen und geht durch die Erde zum —Pol seiner Batterie zurück.

Ganz ähnlich ist der Stromlauf, wenn von B nach A mit Translation gesprochen wird. Der von B kommende Strom geht durch den Hebel r und den oberen Contact a des Translators II, hierauf durch den Elektromagnet des Translators I und zur Erde. Der Translatorhebel I wird in Folge dessen angezogen, mit u in Verbindung gebracht und dadurch die Linienbatterie nach A hin geschlossen.

226. Wie ist die Einrichtung einer Uebertragungsstation mit einem Relais und Schreibapparat?

Da eine Uebertragungsstation in der Regel nicht blos den Zweck hat, eine neue Linienbatterie nach der entfernten Station hin zu schließen, sondern da hier sehr häufig auch die durchgehende Schrift gelesen und niedergeschrieben werden soll, so müssen dazu bei Benutzung von zwei Translatorrelais noch zwei gewöhnliche Relais und zwei Schreibapparate oder wenigstens noch ein Relais und ein Schreibapparat vorhanden sein. Fig. 155 zeigt eine solche Einrichtung.

Wenn von Station A ein elektrischer Strom kommt, so

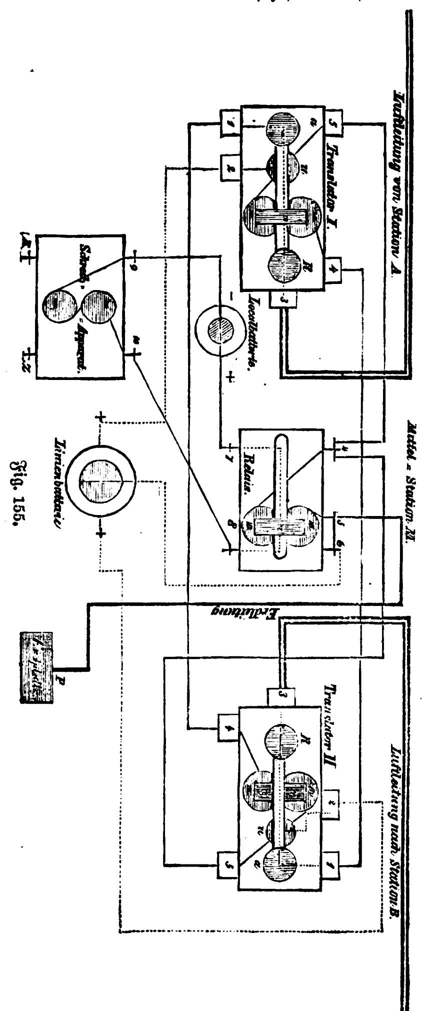


Fig. 155.

tritt derselbe bei der Klemme 3 des Translators I ein, geht durch den Ständer R in den Translatorhebel, welcher im Ruhestande an dem oberen Contactpunkt a anliegt, durch die mit a verbundene Klemme 1 zum Translator II, wo er bei Klemme 4 in den Elektromagnet m m ein- und bei Klemme 5 aus demselben wieder heraustritt. Der Hebel des Translators II wird demnach angezogen und schließt durch die Berührung mit u die Linienbatterie nach der Station B hin. Der erstere von A kommende Linienstrom geht nun aber von Klemme 5 des Translators nicht

direct zur Erde, sondern erst nach Klemme 4 des Relais, durch die Umwindungen des Elektromagnetes, durch die Klemme 5 desselben zur Erdplatte P und zur Batterie der Station A zurück. Hierdurch wird die Localbatterie geschlossen, deren Strom durch die Klemmen 7 und 8 des Relais und durch Klemme 10 und 9, so wie durch den Elektromagnet des Schreibapparates geht und letzteren in Thätigkeit setzt. Der durch den Translator II geschlossene Linienstrom geht vom +Pole der Linienbatterie zur Klemme 2 nach u, durch den Hebel zu R, in die Klemme 3 und in die Leitung nach B, läßt auch dort die auf der Uebertragungsstation M eingelangten Zeichen erscheinen, geht daselbst zur Erdplatte und tritt in der Mittel- oder Uebertragungsstation M bei der Erdplatte P wieder ein, geht zur Klemme 5 des Relais und (weil er durch mm und 4 bei dem einen Translator keinen Schluß findet, durch den anderen nur über A wieder nach P gelangen würde) gleich von der Doppelklemme 6 zum —Pol der Linienbatterie zurück.

Ganz analog ist der Stromlauf, wenn die Station B mit Uebertragung nach A hin spricht. Der von B kommende Strom geht dann nämlich durch 3, R, a und 1 des Translators II, hierauf in den Translator I nach Klemme 4, durch den Elektromagnet desselben nach 5, hierauf in das Relais zu Klemme 4, durch den Elektromagnet desselben und endlich aus Klemme 5 in die Erde P und zur Station B zurück. Hierbei wird einerseits die Linienbatterie nach A hin, andererseits die Localbatterie durch den Schreibapparat hindurch geschlossen. Der Strom der Linienbatterie geht vom +Pol in den Translator I und zwar durch 2, u, R und 3 in die Leitung nach A, kommt aus der Erde zur Doppelklemme 5 und 6 am Relais und zum —Pole der Linienbatterie zurück.

Wenn die Uebertragungsstation M nach A oder B hin telegraphiren will, so kann anstatt mit Tastern mit den

Translatorhebeln gearbeitet werden und zwar mit Translator I nach A und mit Translator II nach B hin.

227. Wie ist die Einschaltung einer Uebertragungsstation, bei welcher die Schreibapparate gleichzeitig Uebertrager sind?

In Fig. 156 ist eine Uebertragungsstation mit zwei vollständigen Apparaten A und B dargestellt, bei welchen jeder Schreibapparat gleichzeitig einen Uebertrager bildet.

Ein solcher Doppelapparat hat folgende Bedingungen zu erfüllen:

1) und 2) Der Apparat A spricht und empfängt Depeschen durch Leitung II, oder durch Leitung I;

3) es wird mit Uebertragung von Leitung II nach Leitung I und umgekehrt durchgesprochen;

4) Leitung I ist mit Leitung II direct verbunden.

Zu 1). Wenn der Apparat A durch Leitung II spricht und Nachrichten durch dieselbe erhält, so steht der obere Hebel h des Umschalters links auf der Feder I; der untere Hebel k bleibt bei Uebertragungsapparaten in allen Fällen rechts auf T stehen.

Dann geht beim Fortgeben von Nachrichten der Strom der gemeinschaftlichen Linienbatterie von + nach dem Taster durch 1, a, c, 2 in den Umschalter, durch Klemme 4 und Feder I in den Hebel h, aus diesem durch Klemme 7 in die Leitung II und nach der entfernten Station, wo er den Apparat in Thätigkeit setzt und zur Erde geht. In der Erde kehrt der Strom zurück und geht unmittelbar zum anderen Pole der Linienbatterie. Wenn der Apparat A Nachrichten durch Leitung II empfängt, so geht der Strom zunächst in die Klemme 7 des Umschalters, in den oberen Hebel h nach der Feder I und der Klemme 4, dann durch 2, c, b und 3 des Tasters nach Klemme 8 des Relais. Hier nimmt nun der Strom, durch den Elektromagnet des Relais und Klemme 11 hindurch, den Weg zur Erde und

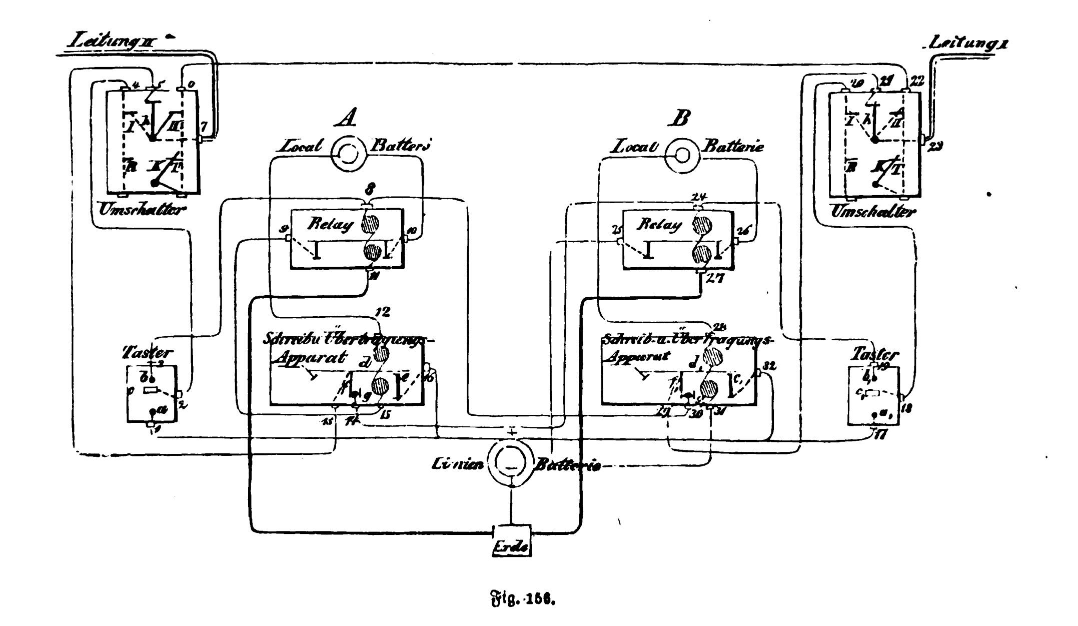

Leitung II
Leitung I
Umschalter
Umschalter
A
B
Local Batterie
Local Batterie
Relay
Relay
Schreib u. Übertragungs-Apparat
Schreib-u. Übertragungs-Apparat
Taster
Taster
Linien Batterie
Erde

Fig. 156.

geht zur telegraphirenden Station zurück. Durch die Anziehung des Relaishebels wird die Localbatterie A über die Klemmen 10, 9, 15 und 12 und den Elektromagnet des Schreibapparates geschlossen und der Schreibhebel in Thätigkeit gesetzt.

In der Figur sind die Relaishebel und Schreibhebel mit den zugehörigen Contactpunkten von der Seite abgebildet, damit der Stromlauf ganz deutlich wird.

Zu 2). Wenn der Apparat B durch Leitung I spricht und Nachrichten durch dieselbe erhält, so steht der obere Hebel h′ des Umschalters links auf der Feder I.

Dann geht beim Fortgeben von Depeschen der Strom der gemeinschaftlichen Linienbatterie von + nach dem Taster durch 17, a_1, c_1, 18 in den Umschalter, durch Klemme 20 und Feder I in den Hebel h′, aus diesem durch Klemme 23 in die Leitung I und nach der entfernten Station, wo er durch den Apparat hindurch zur Erde gelangt. In der Erde kehrt der Strom zurück und geht von der Erdplatte unmittelbar zum anderen Pole der Batterie. Wenn der Apparat B Nachrichten durch Leitung I empfängt, so geht der Strom zunächst in Klemme 23 des Umschalters, dann in den Hebel h′ zur Feder I und zur Klemme 20, von hier durch 18, c_1, b_1, und 19 des Tasters und zur Klemme 24 des Relais. Von dieser Klemme aus geht der Strom durch den Elektromagnet des Relais, durch Klemme 27 zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. In Folge der Anziehung des Relaishebels wird die Localbatterie B durch die Klemmen 26, 25, 31, durch den Elektromagnet des Schreibwerkes und Klemme 28 geschlossen und der Schreibhebel schreibt.

Selbstverständlich können auch gleichzeitig beide Apparate, A durch Leitung II und B durch Leitung I, correspondiren. Die Benutzung einer gemeinschaftlichen Linienbatterie für mehrere Linien ist bereits im fünften Kapitel besprochen worden.

Zu 3). Wenn von Leitung II nach Leitung I mit Uebertragung durchgesprochen wird, so stehen die oberen Hebel h und h′ der Umschalter in der Mitte auf den mit den Klemmen 5 und 21 verbundenen Federn.

Ein aus Leitung II kommender Strom geht dann durch 7, h und 5 des Umschalters links, ferner durch 13, f, g und 14 des Schreib- und Uebertragungsapparates (dieser Theil des Apparates ist in Fig. 153 in größerem Maßstabe dargestellt), hierauf in das Relais des Apparates B, nämlich durch Klemme 24, den Elektromagnet und Klemme 27 zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. Durch das Niedergehen des Relaishebels und den Schluß der Localbatterie wird der Schreibhebel angezogen und gleichzeitig die Linienbatterie durch Leitung I nach der nächsten Station hin geschlossen. Indem nämlich der Schreibhebel d_1 angezogen wird, unterbricht er die Verbindung zwischen dem mit d_1 fest verbundenen senkrechten Arme f_1 und dem mit Klemme 30 verbundenen Querstege nebst der Schraube g_1, dagegen stellt er die Verbindung des Schreibhebels d_1 mit dem Säulchen e_1 her. Der Strom der dadurch geschlossenen Linienbatterie nimmt folgenden Weg: Von + zur Klemme 32 des Schreib- und Uebertragungsapparates B, durch e_1, d_1 und 29, hierauf in den Umschalter nach 21, h′ und 23 in die Leitung I, zur nächsten Station, durch den Apparat derselben in die Erde, in derselben zurück zur Erdplatte und dem anderen Batteriepole der Uebertragungsstation. Der Apparat der entfernten Station in Leitung I wird also gleichzeitig mit dem Apparate B der Uebertragungsstation arbeiten.

Wenn umgekehrt aus Leitung I mit Uebertragung nach Leitung II telegraphirt wird, so ist der Stromlauf ganz ähnlich dem jetzt beschriebenen. Der aus Leitung I kommende Strom geht nämlich über 23, h′, 21, 29, 30 und 8 durch das Relais des Apparates A und zur Erde. Während das Relais und der Schreibapparat des Apparates A in Thätig-

keit sind, wird der Strom der Linienbatterie geschlossen und geht von + durch 16, e, d, f, 13, 5, h und 7 in die Leitung II zur entfernten Station und kehrt in der Erde zur Uebertragungsstation und zum anderen Pole der Linienbatterie zurück.

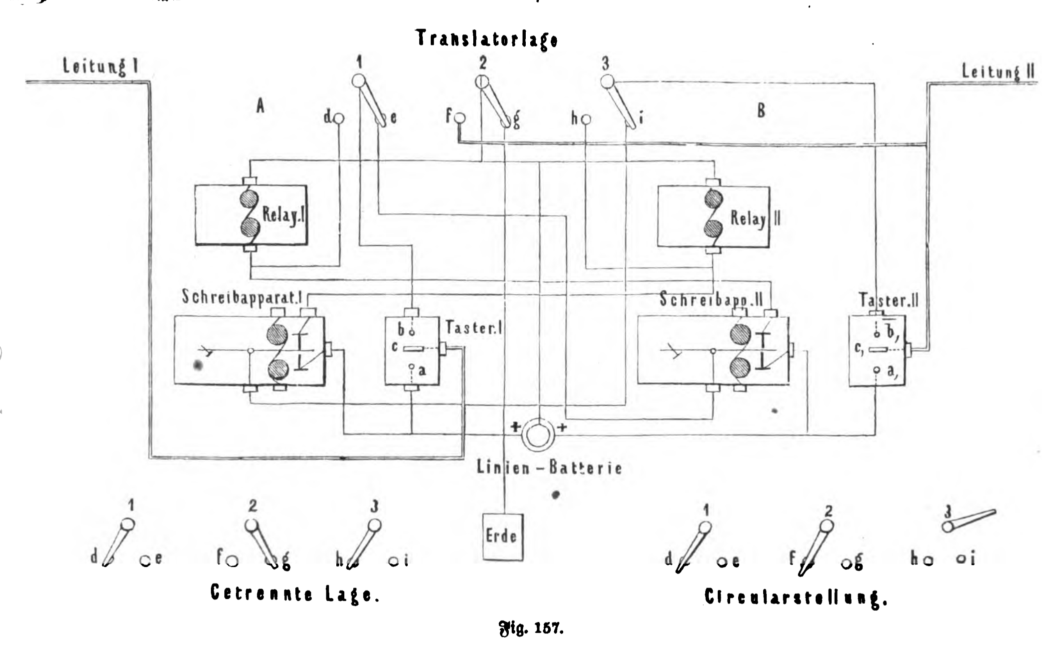
Bei dieser Einschaltung vertritt der Schreibhebel den Taster und es kann durch Niederdrücken des ersteren in die zugehörige Linie telegraphirt werden.

Zu 4). Wenn Leitung I unmittelbar mit Leitung II verbunden ist, so stehen die oberen Hebel h und h' der Umschalter rechts auf II. Dann geht ein aus Leitung II kommender Strom durch 7, h, II und 6 des einen Umschalters sogleich zum anderen Umschalter, und zwar durch 22, II, h' und 23 in die Leitung I. Derselbe Weg wird durchlaufen, wenn der Strom umgekehrt aus Leitung I in Leitung II geht.

Somit können sämmtliche vier gestellte Bedingungen durch die in Fig. 156 angedeutete Verbindungsweise der Uebertragungsapparate erfüllt werden.

228. Wie wird ein Uebertragungsapparat circular eingeschaltet?

In Fig. 157 sind zwei Uebertragungsapparate A und B dargestellt, von denen ersterer als Mittelstations-Apparat circular in Leitung I und II eingeschaltet werden kann. In diesem Falle erhalten die Hebel 1, 2 und 3 die mit „Circularstellung" bezeichnete Lage, in welcher der für andere Zwecke nöthige Hebel 3 ganz außer Gebrauch ist. Ein aus Leitung I kommender Strom geht bei dieser Hebelstellung in den Taster I, und über c und b desselben nach 1 und d, durch das Relais I nach 2 und f, endlich in Leitung II. Der Schreibapparat I, bei welchem der Lauf des Localstromes der Einfachheit wegen nicht aufgezeichnet ist, schreibt daher die Zeichen, welche von Leitung I nach Leitung II oder umgekehrt telegraphirt werden. Beim Arbeiten auf Taster I geht der Strom vom +Pol nach a und c des Tasters in Lei-



Translatorlage
Leitung I
Leitung II
1
2
3
A
B
d
e
f
g
h
i
Relay.I
Relay II
Schreibapparat.I
Taster.I
b
c
a
Schreibapp.II
Taster.II
b,
c,
a,
+
+
Linien – Batterie
Erde
Getrennte Lage.
Circularstellung.

Fig. 157.

tung I und kehrt in Leitung II zurück, von wo aus derselbe seinen Weg über f und 2 nach dem —Pole der Batterie nimmt, ohne den eigenen Apparat zu durchlaufen.

Bei der Stellung der Umschalterhebel für „getrennte Lage“ kann mit Apparat A in Leitung I, mit B in Leitung II telegraphirt werden. Beim Niederdrücken des Tasters I geht dann der Strom vom +Pol über a und c in Leitung I und kehrt in der Erde, so wie über g und 2 zur Batterie zurück. Ein aus Leitung I kommender Strom geht über c und b des Tasters, so wie über 1 und d, durch das Relais I, über 2 und g zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. Ganz ähnlich ist der Stromlauf, wenn Apparat B durch Leitung II correspondirt.

Wenn aus Leitung I in Leitung II oder umgekehrt mit Uebertragung gesprochen werden soll, so erhalten die Hebel die „Translatorlage“. Ein aus Leitung I kommender Strom geht dann durch c und b des Tasters I nach 1 und e, ferner durch den Schreibhebel und die obere Contactschraube des Schreibapparates II, umströmt hierauf den Elektromagnet des Relais I und geht über 2 und g zur Erde. Hierdurch schlägt der Schreibhebel I auf die untere mit der Linienbatterie verbundene Contactschraube und schließt somit diese Batterie nach Leitung II, wobei deren Strom über den Schreibhebel I, nach i und 3 so wie über b_1 und c_1 des Tasters II nach Leitung II geleitet wird. Umgekehrt findet bei Uebertragung aus Leitung II in Leitung I ein ganz ähnlicher Vorgang statt.

Bei der Einschaltung nach Fig. 157 kann während der Translatorlage mit dem Taster II oder mit dem Schreibhebel I in Leitung II, eben so auch mit Taster I oder mit dem Schreibhebel II in Leitung I gesprochen werden.

Auf eine sehr bequeme Weise erlangt man die Möglichkeit der Abwechselung in den eben besprochenen drei verschiedenen Apparatverbindungen bei Benutzung des in Fig. 158 ab-

gebildeten, vom Telegraphist Schumacher in Königsberg entworfenen Umschalters für übertragende Zwischenstationen.

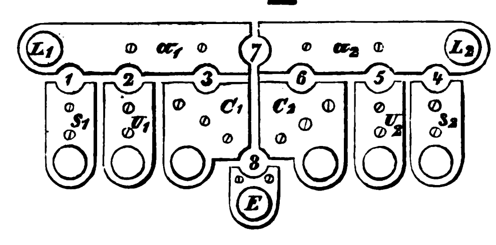


Fig. 158.

Dieser Umschalter ist sehr übersichtlich und leicht und gut auszuführen, denn er enthält keine Winkelschienen; die Befestigungsschrauben für seine einzelnen Schienen sind so angeordnet, daß der Druck der eingesteckten Stöpsel stets normal gegen die Stützpunkte der Schienen gerichtet ist. Die beiden Leitungen werden an die Schrauben L_1 und L_2, die Erdleitung an die Schraube E geführt; von den Schienen S_1 und S_2 führen Drähte nach den Achsen der Taster T_1 und T_2, von U_1 und U_2 nach den Achsen der Schreibapparate M_2 und M_1, von C_1 und C_2 nach dem einen Ende der Elektromagnetrollen der Relais R_2 und R_1, deren zweites Ende mit den Ruhecontacten der Taster T_2 und T_1 und der Schreibhebel in M_1 und M_2 verbunden sind, während endlich die Arbeitscontacte dieser Taster und Schreibhebel mit dem einen, E mit dem anderen Pol der Linienbatterie in leitender Verbindung stehen. Wird dann blos in 7 gestöpfelt, so sind beide Leitungen L_1 und L_2 direct verbunden. Circularstellung für R_1 oder R_2 erfordert Stöpselung in 1 und 6 oder in 4 und 3. Bei getrennter Stationslage stecken Stöpsel in 1, 4 und 8, bei Uebertragung in 2, 5 und 8, bei Gewitter in 7, 3 und 8, oder in 7, 6 und 8, oder in 3, 6 und 8.

229. Wie können drei Linien zur Translation unter einander verbunden werden?

Bei drei in eine Translationsstation einmündenden Linien ist die Einschaltung und der Wechsel am einfachsten, wenn zur Translation stets dieselben zwei Schreibapparate benutzt werden und stets derselbe dritte Schreibapparat für die getrennte Linie. Bei der in Fig. 159 skizzirten, leicht

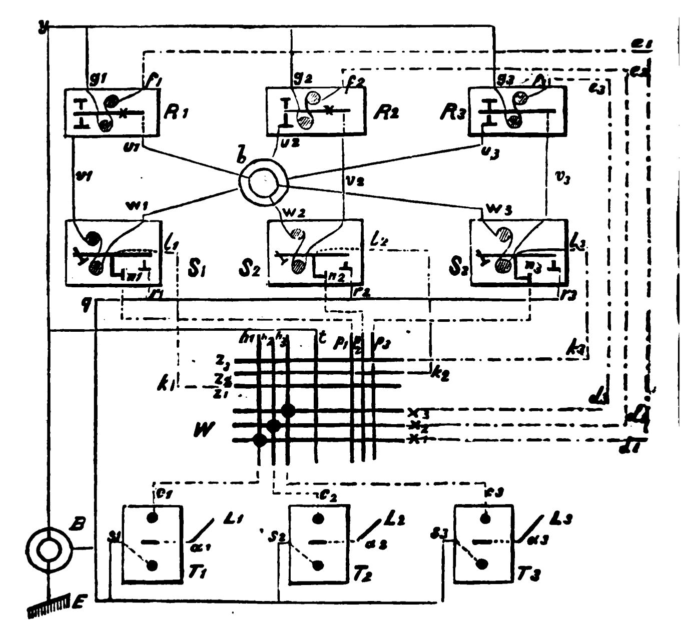


Fig. 159.

auf eine Station mit beliebig vielen Linien anwendbaren Einschaltung kommt derselbe Taster und derselbe Schreib-

apparat stets für die nämliche Linie in Gebrauch, mag diese in Translation oder in getrennter Stationslage sein. Die drei einmündenden Linien L_1, L_2 und L_3 sind zunächst an die Klemmen a_1, a_2 und a_3 der drei Taster T_1, T_2 und T_3 geführt; die mit dem einen Pole der Linienbatterie B verbundenen Klemmen s führen zum Arbeitscontact der Taster T; von den drei Ruhecontacten c führen drei Drähte nach den Lamellen h des Linienwechsels W, dessen Lamellen x durch die Drähte d e mit den Klemmen f der drei Relais R verbunden sind, während von den Klemmen g die Drähte y nach der Erdplatte E führen. Von den Lamellen z des Wechsels führen Drähte k nach den mit den Achsen m der Schreibhebel verbundenen Klemmen l der Schreibapparate S; die Ruhecontacte n der Schreibhebel stehen mit den Lamellen p, ihre Arbeitscontacte r über q mit dem einen Pole der Batterie B in Verbindung, während der andere Pol zur Erde E abgeleitet ist. Die Lamelle t des Wechsels ist ebenfalls mit der Erdleitung verbunden. Die Einschaltung der Localbatterie b mittelst der Drähte u, v und w ist wie gewöhnlich. In den Fig. 160—164 bedeuten die schwarzen Punkte

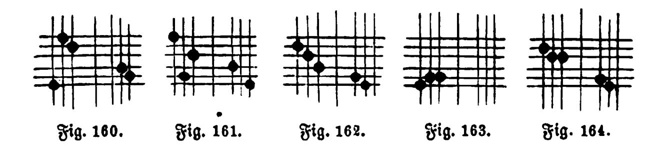


Fig. 160. Fig. 161. Fig. 162. Fig. 163. Fig. 164.

Stöpsel, welche in den Wechsel zur Verbindung der horizontalen und verticalen Lamellen eingesteckt werden.

Die in Fig. 159 angegebene Stöpselung trennt jede Linie vollständig von der anderen. Ein einlangender Strom geht von L über a, c, h, x, d, e, f, g auf dem kürzesten Wege, d. h. über y, zur Erde E; das Relais R läßt also den Schreibapparat S ansprechen. Wird der Taster T nieder=

gedrückt, so sendet er den Strom von B über s und a in die Leitung L und durch die Erde E zum anderen Batteriepol.

Die Stöpselung nach Fig. 160 läßt die Linie L_1 als getrennte, während L_2 und L_3 zur Translation verbunden werden. Jeder Strom aus L_2 geht über a_2, c_2, h_2, z_3, k_3, l_3 zur Achse m_3 des Schreibapparates S_3 und, da dessen Schreibhebel in der Ruhelage ist, über n_3, p_3, x_2, d_2, e_2, f_2, g_2 und y zur Erdplatte E und zur telegraphirenden Station zurück. Das Relais R_2 schließt die Localbatterie b durch die Elektromagnetrollen des Schreibapparates S_2, dessen Schreibhebel das angekommene Zeichen auf den Papierstreifen schreibt, zugleich aber auch die Linienbatterie B schließt, deren Strom nun über q, r_2, in dem Schreibhebel nach dessen Achse m_2, über l_2, k_2 nach z_2, h_3, c_3 und a_3 in die Linie L_3 fortgeht. Somit wird jedes aus L_2 kommende Zeichen in die Linie L_3 weitergegeben, in ähnlicher Weise aber auch jedes aus L_3 kommende Zeichen in die Linie L_2; der Stromlauf im letzteren Falle ist leicht zu verfolgen. Die Translationsstation kann jederzeit auch selbstsprechend in die Correspondenz eintreten, denn sie kann mittelst des Tasters T_2 oder des Schreibhebels in S_3 nach L_2, mittelst des Tasters T_3 oder des Schreibhebels in S_2 nach L_3 sprechen.

Die Stöpselungen in Fig. 161 und 162 lassen beziehungsweise L_2 oder L_3 getrennt und verbinden L_1 und L_3 oder L_1 und L_2 zur Translation. Die Stromläufe in diesen Fällen sind ganz ähnlich wie die eben beschriebenen.

Wollte man zwei Linien, z. B. L_1 und L_2, ohne Translation, unmittelbar mit einander verbinden und die Apparate T_1, S_1 und R_1 circular einschalten, so müßte man x_1 und h_1, eben so x_2 mit h_2 durch Stöpsel verbinden, gleichzeitig aber von der Klemme g_1 anstatt nach y jetzt nach x_2 einen Draht führen; dann geht ein Strom aus L_1 über a_1, c_1, h_1, x_1, d_1, e_1, f_1, g_1, x_2, h_2, c_2 und a_2 nach L_2 weiter und umgekehrt.

Verbindet man h_1, h_2, h_3 und t gleichzeitig durch Stöpsel mit derselben Horizontallamelle, so sind die Apparate der Translationsstation ganz ausgeschaltet und jeder aus einer der drei Linien kommende Strom geht sofort über t zur Erde E. Dabei kann in keiner Linie nach der Translationsstation oder über diese hinaus telegraphirt werden. Zöge man dagegen den in t steckenden Stöpsel heraus, so wären zwar auch die Apparate der Translationsstation ausgeschaltet, aber es könnten die Stationen der Linien L_1, L_2 und L_3 nach Befinden noch mit einander correspondiren.

Der Zweck und Erfolg der Stöpselungen Fig. 163 und 164 wird später (Fr. 237) zur Sprache kommen.

230. Wie kann eine große Station mit vielen Apparaten eingeschaltet werden?

Die Einschaltung der Apparate kann, wie schon aus diesem ganzen Kapitel hervorgeht, auf sehr verschiedene Weise erfolgen und doch dabei den gestellten Bedingungen entsprochen werden. In Fig. 165 ist ein Stromschema (von Frischen) für eine große Station dargestellt, welches besonders empfohlen werden kann. Auf demselben befinden sich vier Apparate, doch kann man zwischen II und III noch eine beliebige Anzahl Apparate eingeschaltet und demgemäß die Metallschienen der Umschalter vermehrt denken. Es ist hierbei angenommen, daß nach einigen Seiten hin (mit II und III) mit der vollen oder großen Leitungsbatterie, nach anderen Linien (mit I und IV) nur mit einem Theile der Leitungsbatterie zu arbeiten sein werde.

Für die Stations- oder Normalstellung stehen alle Hebel auf S (Station), im dreieckigen Stöpselausschalter alle vier Stöpsel auf der Erdschiene EE, im viereckigen in der diagonalen, durch eine Linie angedeuteten Richtung. Wie die Abbildung zeigt, ist jeder Apparat mit zwei Galvanoskopen versehen, einem für den abgehenden und einem

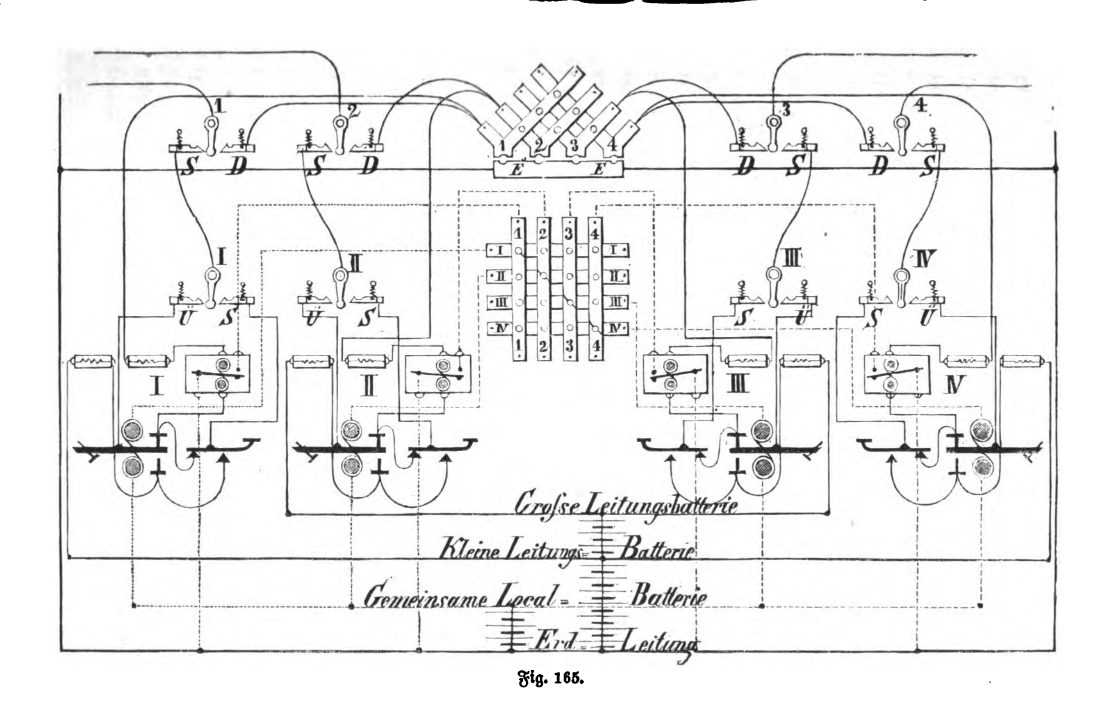

Großse Leitungsbatterie
Kleine Leitungs-Batterie
Gemeinsame Local-Batterie
Erd-Leitung

Fig. 165.

zweiten im Relaiskreise für den ankommenden Strom. Ein aus Leitung 1 kommender Strom geht dann über SIS durch den Taster, das Relais und das Galvanoskop rechts zur Erde E. Beim Forttelegraphiren geht der Strom von der Leitungsbatterie durch das Galvanoskop links, den Taster und durch die S=Schienen der Hebelumschalter in die Leitung 1.

Translation zwischen zwei Linien. Zur Vermeidung vieler Apparat=Regulirungen ist für die Translation die Einrichtung getroffen, daß durch dasselbe Relais, auch durch denselben Schreibapparat, stets der zugehörige Strom geht. Bei einer Uebertragung von 1 nach 2 oder 1 nach 4 wird daher nur das Relais vom Apparat I afficirt, deßgleichen bei der Uebertragung von 1 nach 4 oder von 3 nach 4 nur der Schreibapparat von IV. Für die Translation wird die Stationsstellung nur insoweit verändert, daß im viereckigen Umschalter die entsprechenden Stöpsel umgesteckt und die zwei betreffenden Kurbeln auf Ü (Uebertragung) gestellt und dadurch gleichzeitig die Taster ausgeschaltet werden. Bei der Uebertragung von 1 nach 3 und umgekehrt sind im viereckigen Umschalter die zwei Stöpsel bei 1 und I, 3 und III herauszunehmen und am Kreuzungspunkte von 1 und III, so wie von 3 und I einzustecken. Dann geht der Linienstrom von 1 durch den Schreibhebel und das Relais I zur Erde, der Localstrom durch den Relaishebel I in die Schienen 1 und III des viereckigen Umschalters und durch den Schreib=Elektromagnet vom Apparat III, wodurch letzterer die Linienbatterie nach Leitung 3 schließt. Umgekehrt geht der Linienstrom aus 3 durch den Schreibhebel und das Relais III zur Erde, der Localstrom durch den Relaishebel von III in die Schienen 3 und I des viereckigen Umschalters und durch den Schreib=Elektromagnet von Apparat I, wodurch letzterer die Linienbatterie nach Leitung 1 schließt.

Circularverbindung zwischen zwei Linien.

Angenommen, es seien die beiden Leitungen 1 und 4 circular mit einander zu verbinden, so wird die Stationsstellung dieser Leitungen dahin abgeändert, daß die Stöpsel 1 und 4 aus der EE-Schiene entfernt und dafür ein Stöpsel in den Kreuzungspunkt der 1- und 4-Schiene des dreieckigen Wechsels eingesteckt wird. Der Circularstrom setzt beide Apparate I und IV zum Mitlesen in Thätigkeit. Stellt man dagegen die Kurbel 1 auf D (direct), so ist dadurch der Apparat I ganz ausgeschaltet und nur auf IV mitzulesen; stellt man statt dessen die Kurbel 4 auf D, so kann nur auf Apparat I mitgelesen werden.

Die directe Verbindung beider Linien erreicht man dadurch, daß man beide Kurbeln auf D stellt und im dreieckigen Stöpselumschalter den Stöpsel im Kreuzungspunkte der betreffenden Leitungen beläßt. Beide Apparate sind dann ganz ausgeschaltet.

Die Erdverbindung bei Gewitter wird hergestellt, wenn man die betreffenden Stöpsel in der EE-Schiene läßt und die zugehörigen oberen Kurbeln auf D stellt.

231. Wie kann man die Apparate zur Translation für Ruhestrom verbinden?

Wollte man zwei Ruhestromlinien (Fr. 216) in ähnlicher Weise wie zwei Arbeitsstromlinien zur Translation verbinden, so würde, wenn ein aus L_1 angekommenes Zeichen in L_2 weiter gegeben werden soll, auch im Relais R_2 der Ankerhebel in die Ruhelage gehen und S_2 dieses Zeichen mitschreiben, wobei aber der vom Strom aus L_1 durchlaufene Schreibhebel in S_2 eine neue, unbeabsichtigte Stromunterbrechung in L_1 veranlassen müßte. Um dieser Verwirrung der Correspondenz vorzubeugen, wählte Frischen die in Fig. 166 skizzirte Einschaltung, brachte aber vor dem Schreibhebel noch eine kleine Feder c an, welche für gewöhnlich an der Contactschraube f anliegt, von dem niedergehenden

Schreibhebel mittelst eines an diesem angebrachten Elfenbeinstückchens von f entfernt wird.

Soll die Translationsstation in zwei getrennte Stationen zerlegt werden, so stehen die Kurbeln der Umschalter W_1 und W_2 auf der Feder S. Für gewöhnlich geht dann der Ruhestrom aus L durch das Relais R, den Wechsel W über S

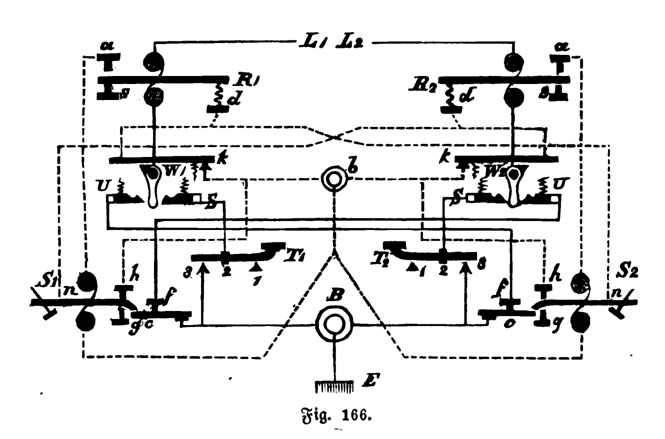


Fig. 166.

nach dem Taster T und von dessen Contact 3 durch die Batterie B zur Erde E. Wird durch Niederdrücken eines Tasters der Ruhestrom unterbrochen, so legt sich der Relaishebel an die Schraube a und schließt den Strom der Localbatterie b über den Hebel k, die Feder d und a durch den Schreibapparat S.

Bei Uebertragung stehen die Kurbeln von W_1 und W_2 auf U und heben dabei den Hebel k von seinem Contact los. Soll jetzt der Localstrom den Schreibapparat S_1 durchlaufen, so muß er von b nach der Contactschraube h und der Achse n des Schreibhebels in S_2 gehen, um nach d in R_1 und dann über a durch S_1 zu gelangen. Wird nun in L_1 durch

Niederdrücken eines in diese Linie eingeschalteten Tasters der Ruhestrom unterbrochen, welcher bis dahin aus L_1 durch R_1 nach U in W_1, nach f und c in S_2 und durch B zur Erde lief, so legt sich der Hebel von R_1 an a und der Schreibhebel in S_1 schreibt das Zeichen nieder, unterbricht aber auch zugleich den Stromweg aus L_2 (über U in W_2, f und c in S_1 nach B und E), indem er c von f abhebt. Es geht jetzt zwar auch in R_2 der Hebel an a, ohne jedoch die Localbatterie b durch S_2 hindurch zu schließen, weil in S_1 der Schreibhebel nicht an h anliegt. Ganz ähnlich sind die Vorgänge, wenn der Ruhestrom in L_2 unterbrochen wird*).

232. Wie läßt sich eine Ruhestromlinie und eine Arbeitsstromlinie zur Translation verbinden?

Die Einschaltung in Fig. 166 läßt sich leicht so abändern, daß die eine Linie, z. B. L_2, mit Arbeitsstrom betrieben werden kann. Dann fällt in W_1 der Hebel k, in S_1 die Feder c weg; g in S_1 wird mit B, n in S_1 mit U in W_2, L_2 mit der Kurbel in W_2, 1 in T_2 mit B, die Rollen von R_2 aber einerseits mit E, andererseits zugleich mit 3 in T_2 und h in S_1 verbunden, während in R_2 der Draht von a an s zu legen ist.

Soll für die Arbeitsstromlinie AL kein Relais benutzt, sondern der Schreibapparat S_1 in die Linie eingeschaltet werden, so kann man die in Fig. 167 skizzirte, von Klehmet angegebene, sehr einfache Einschaltung benutzen. Bei der Stationsstellung sind die Lamellen 2 und 5, 3 und 6 in W durch einen Stöpsel verbunden, 7 und 8 in U nicht; bei

*) Einige andere Einschaltungen für Ruhestromlinien, namentlich auch für Translation zwischen zwei solchen, oder einer Ruhestrom- und einer Arbeitsstrom-Linie ohne Benutzung von Relais, theilt der Geh. Reg.-Rath Maron in der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins (Jahrg. XIV S. 239) mit.

der Translationsstellung dagegen 1 und 5, 4 und 6 in W, so wie 7 und 8 in U. Bei der Uebertragung wird, während

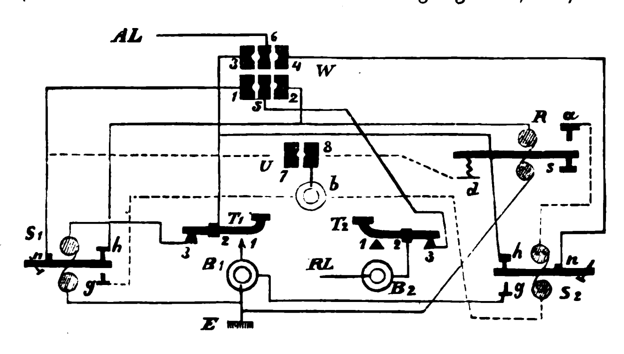


Fig. 167.

ein Zeichen auf der Arbeitsstromlinie gegeben wird, das Ansprechen des Schreibapparates S_2 der Ruhestromlinie RL und die in Folge dessen auftretende Selbstunterbrechung der Arbeitsstromlinie AL dadurch verhütet, daß der Schreibapparat S_1 der Arbeitsstromlinie beim Anschlagen auf den Arbeitscontact g die Localbatterie b kurz schließt; daher muß der Hebel dieses Schreibapparates den Contact g schon erreicht haben, bevor der Hebel des Relais R der Ruhestromlinie sich an die Contactschraube a legt.

Der Stromlauf bei der Stationsstellung ist leicht zu verfolgen: Ein Strom aus AL geht von 6 nach 3 in W, 2 und 3 in T_1 durch S_1 zur Erde E; ein abgesendeter Strom geht von B_1 über 1 und 2 in T_1 und 3 und 6 in W nach AL. Der Ruhestrom in RL geht von B_2 über 2 und 3 in T_2, 5 und 2 in W durch R zur Erde E; wird dieser Strom unterbrochen, so legt sich der Relaishebel von der Schraube s an a und schließt dadurch die Localbatterie b durch die Rollen von S_2.

Während der Uebertragung geht ein aus A L kommender Strom von 6 nach 4 in W, von n nach h in S_2, von 2 nach 3 in T_1 und durch die Rollen des Schreibapparates S_1 zur Erde E; S_1 schreibt das Zeichen und unterbricht dabei zugleich den Weg des Ruhestroms, welcher vorher aus R L über 2 und 3 in T_2, über 5 und 1 in W, über n und h in S_1 und durch die Rollen des Relais R zur Erde E ging; daher wird das aus A L eingelangte Zeichen nach RL weiter gegeben und dabei spricht zwar das Relais R an, nicht aber der Schreibapparat S_2, weil die Localbatterie b nicht blos durch die Rollen von S_2, sondern durch den Hebel von S_1 auch kurz geschlossen ist, weßhalb der Hauptzweig des Stromes den kurzen Weg b, 8, 7, n, g, b wählt. Wird dagegen auf der Ruhestromlinie R L durch Unterbrechen der Batterie B_2 ein Zeichen gegeben, so erscheint dasselbe auch auf dem Relais R der Translationsstation, der Relaishebel schließt die Localbatterie b durch die Rollen des Schreibapparates S_2 und dieser schreibt das Zeichen, weil b nicht gleichzeitig kurz geschlossen ist; daher geht jetzt ein Strom der Arbeitsbatterie B_1 über g und n in S_2, über 4 und 6 in W in die Arbeitslinie A L, giebt also das Zeichen in diese weiter.

233. Welche Einrichtung hat der Submarintaster von Siemens und Halske?

Schon in Fr. 209 wurde angedeutet, daß es beim Betrieb unterseeischer Linien zweckmäßig sei, nach jedem Telegraphirstrome die Leitung durch einen Gegenstrom theilweise zu entladen. Zu diesem Behufe dient unter Anderm auch der Submarintaster von Siemens und Halske, dessen Einrichtung in Fig. 168 skizzirt ist. Liegt die Kurbel a des Wechsels auf der Feder r, so ist das Relais R eingeschaltet und zum Empfange von Telegrammen bereit. Stellt man den Arm a auf die Feder s, so ist der Taster T zum Sprechen eingeschaltet und sendet in seiner Ruhelage den

Strom der Gegenbatterie B_2 über 3 in die Leitung L, in der Arbeitslage den Strom der Telegraphirbatterie B_1 über 1. Damit der letzte Entladungsstrom, wenn a von s wieder auf r gestellt wird, nicht durch R gehe, streift a im Vorbeigehen an den mit der Erde verbundenen Contact e. Im Submarintaster ist nun aber kein besonderer Wechsel vorhanden, sondern die eben erwähnte Umschaltung besorgt der Tasterhebel, welcher in seiner Ruhelage an dem nach dem Relais R führenden Contact anliegt, und in dieser Lage nicht niedergedrückt werden kann, da sein Anschlag gerade über einem Anschlage der Grundplatte liegt. Erst wenn der Tasterhebel (zugleich mit seinen beiden Lagerständern) ein Stück um eine verticale Achse gedreht und dabei mit dem Contact 3 in Berührung gebracht worden ist, kann der Tasterhebel niedergedrückt werden.

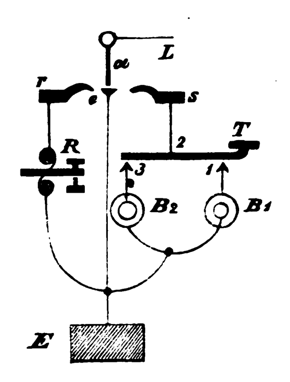


Fig. 168.

Zugleich mit dem Submarintaster verwenden Siemens und Halske ihr polarisirtes Relais oder ihren polarisirten Schwarzschreiber, welcher letztere auch bequem als Translator benutzt werden kann.

234. Welche Einrichtung hat der Zinksender von Maron und der Kabeltranslator oder Switch von Varley?

In Fig. 169 ist eine von Maron angegebene Einschaltung des Tasters für Unterseestationen skizzirt. Die Achse des gewöhnlichen Morse-Tasters T ist mit der Leitung L, der Ruhecontact 3 mit der Achse f eines polarisirten

Relais P, des Zinksenders, verbunden, dessen Ruhecontactschraube k mit den Rollen des (ebenfalls polarisirten) Relais R in Verbindung steht; die Elektromagnetkerne des Zinksenders haben aber doppelte Umwickelungen, die der Deutlichkeit wegen in Fig. 169 gesondert gezeichnet sind. Beim Niederdrücken des Tasters T sendet die Arbeitsbatterie (Kupferbatterie) K

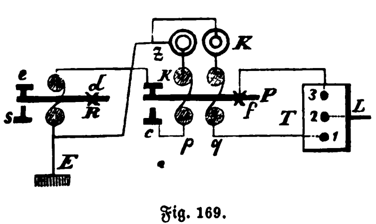


Fig. 169.

ihren Strom durch P nach q und in die Leitung L; dabei legt sich der Hebel des Zinksenders an die Schraube c und sobald der Tasterhebel den Ruhecontact 3 wieder erreicht hat, sendet dann die Gegenbatterie (Zinkbatterie) Z einen kurzen Entladungsstrom durch die andere Umwickelung von P über p und c nach f, 3, 2 in die Leitung L; dieser Gegenstrom bringt zugleich, sich selbst unterbrechend, den Hebel des Zinksenders P wieder in seine Ruhelage an die Schraube k, so daß jetzt ein aus L kommender Strom seinen Weg über 2, 3, f, k durch die Rollen von R zur Erde E nehmen kann.

Eine ähnliche Einrichtung und Bestimmung hat der Switch oder Kabeltranslator von Varley; der Switch hat nur eine einfache Umwickelung, ähnlich wie der in Fig. 171 abgebildete Zinksender, doch ist die von Varley gewählte Einschaltung minder einfach, als die in Fig. 171.

235. Wie construirte Lacoine den Unterseetaster?

Um den Rückströmen den Weg durch das Relais R abzuschneiden, versah Lacoine den Taster (Fig. 170) nicht mit festliegenden, sondern mit zwei federnden Contacten c und d; die Feder d liegt für gewöhnlich an dem Anschlage b

und wird durch den Contact 1 des Tasterhebels von b entfernt; die Feder c wird in der Ruhelage durch den Contact 3 des Tasterhebels abwärtsgedrückt und legt sich erst, wenn der Taster niedergedrückt wird, an den Anschlag a an; während des Niederdrückens und eben so während des Rückganges des Tasters giebt es aber einen Moment, wo der Tasterhebel die beiden Federn c und d zugleich berührt und dadurch die Linie L behufs der Entladung derselben kurz mit der Erde E verbindet, während im Ruhezustande ein Strom aus L seinen Weg über c, 3, 2 durch das Relais R zur Erde nehmen muß. Ist der Taster so weit niedergedrückt, daß c sich an a legt, so ist die Batterie B zwischen Linie und Erde eingeschaltet.

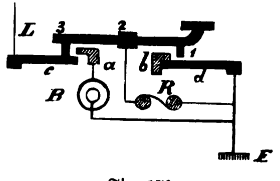


Fig. 170.

236. Wie lassen sich unter Anwendung des Zinksenders eine unterseeische und eine oberirdische Leitung zur Translation verbinden?

Fig. 171 zeigt eine Translationseinschaltung, welche der in Emden zwischen der Unterseeleitung L_1 nach London und der Luftleitung L_2 nach Hamburg zur Anwendung gekommenen nachgebildet ist. Die beiden Leitungen L_1 und L_2 sind zunächst an die Kurbeln a_1 und a_2 zweier Kurbelumschalter geführt, deren Kurbeln bei getrennter Stationsstellung auf S, bei Uebertragung auf U stehen. Die Localbatterie b wurde der Uebersichtlichkeit halber zweimal abgebildet.

Bei Stationsstellung geht ein Strom aus L_2 über a_2, S, 2 und 3 im Taster T_2 durch die Rollen des Relais R_2 zur Erde; beim Niederdrücken von T_2 sendet die Kupferbatterie K ihren Strom über 1 und 2, S und a_2 in die Leitung L_2. Ein Strom aus L_1 geht über a_1, S, 2 und 3 im Taster T_1 nach der Achse f des Zinksenders P, dessen

polarisirter Anker an der Schraube k liegt, und durch die Rollen des (polarisirten) Relais R_1 zur Erde E; beim Niederdrücken von T_1 sendet zunächst die Kupferbatterie K ihren Strom durch die Rollen des Zinksenders P über 1 und 2 in T_1 nach S, a_1 und nach L_1; dabei legt sich der

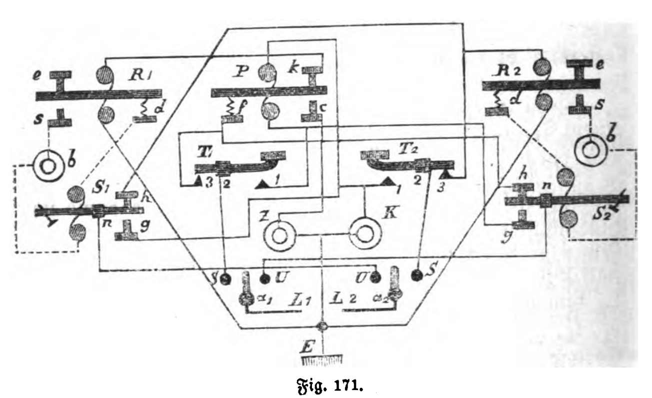


Fig. 171.

Hebel von P an die Schraube c, und sobald dann der Taster T_1 in seine Ruhelage zurückgekommen ist, sendet die Zinkbatterie Z einen kurzen Entladungsstrom über c, f, 3 und 2 in T_1, S und a_1 nach L_1, welcher Strom jedoch aufhört, sowie die Feder f den Hebel in P wieder von c abhebt.

Bei der Uebertragung nimmt der Strom aus L_1 seinen Weg über a_1, U, n und h im Schreibapparat S_2, über f und k in P und durch R_1 zur Erde E; der Schreibapparat S_1 spricht an und sendet den Strom der Kupferbatterie über g und n in S_1 nach U, a_2 und L_2. Ein aus L_2 kommender Strom gelangt über a_2, U, n und h in S_1, durch R_2 zur Erde E; der Hebel des entsprechenden Schreibapparates S_2 sendet zunächst den Strom der Kupferbatterie K durch die Rollen von P, über g und n in S_2 nach U, a_1 und L_1,

wobei der Hebel von P sich an die Schraube c legt, so daß, nachdem der Hebel von S_2 die Schraube h wieder erreicht hat, die Zinkbatterie einen kurzen Entladungsstrom über c, f, h und n in S_2, U und a_1 nach L_1 entsendet, bis die Feder f den Hebel von P wieder von c entfernt hat.

237. Was versteht man unter Zweigsprechen?

Beim Zweigsprechen wird jedes auf einer Linie in einem Telegraphenamte einlangende Zeichen von diesem Amte aus durch die Apparate selbstthätig, ohne Zuthun eines Beamten in mehrere Linien weitergegeben, entweder mit oder ohne Translation. Erfolgte bei der Einschaltung nach Fig. 159 die Stöpselung nach Fig. 163 und würde g_1 anstatt mit y unmittelbar mit x_2 verbunden, so ginge ein aus L_1 kommender Strom über a_1 und c_1 in T_1 nach h_1, x_1, d_1, e_1, f_1, g_1 und aus x_2 durch T_2 und T_3 in L_2 und L_3 weiter. Eben so verzweigt sich jeder Strom aus L_2 oder L_3 nach L_1 und L_3 oder L_1 und L_2. Die Zeichen erscheinen dabei stets auf R_1 und S_1.

Bliebe g_1 mit y verbunden, so könnte man bei der Stöpselung nach Fig. 164 aus L_1 unter Translation nach L_2 und L_3 sprechen. Der Strom aus L_1 läuft dann über a_1, c_1, h_1, z_2, k_2, l_2, m_2, n_2, p_2, x_1, d_1, e_1, f_1, g_1 und y zur Erde E; das Relais R_1 schließt dabei die Localbatterie b und darauf der Schreibhebel in S_1 die Linienbatterie B über q, r_1, m_1, l_1, k_1, z_1 und von da getheilt durch T_2 und T_3 nach L_2 und L_3. In der entgegengesetzten Richtung kann zwar ebensowohl L_2 als L_3 unter Translation nach L_1 sprechen, allein dabei erhält im ersteren Falle L_3, im anderen L_2 die Zeichen aus L_2 oder L_3 nicht mit. Sollte dies nicht zulässig sein, so müßte man stets umstöpseln, sobald L_2 oder L_3 zu sprechen beginnt. Eine Einschaltung, bei welcher jede der drei Linien ohne Weiteres mit Translation in die

beiden anderen sprechen kann, ist zwar möglich, aber zu verwickelt und erfordert zu viel Apparate.

238. Was ist eine Schleifenlinie?

Eine Drahtleitung, welche von einer Haupt-Telegraphenleitung nach einem seitwärts liegenden, meist weniger wichtigen Telegraphenamte abzweigt und von dort nach der Hauptleitung zurückgeführt wird, nennt man eine Schleifenlinie. Die Anlegung einer solchen Schleife ist nur dann nöthig, wenn an der Stelle, wo die Schleife von der Hauptleitung abzweigt, kein Telegraphenamt liegt, denn sonst würde man in diesem einen Wechsel aufstellen und nur eine einfache Leitung nach dem seitwärts liegenden Orte führen. Da, wo die Schleife von der Hauptleitung abzweigt, muß die letztere zerschnitten und ihre Enden mit den beiden von der Schleifenstation kommenden Drähten vereinigt werden. Will man nun nicht, daß der ganze Verkehr auf der Hauptleitung den Umweg über die Schleifenstation macht, will man vielmehr die Hauptleitung von allen in der Schleife etwa vorkommenden Störungen und Unterbrechungen unabhängig machen, so muß man an der Stelle, wo die Schleife abzweigt, Apparate aufstellen, welche selbstthätig die Schleife in die Hauptleitung einschalten oder aus ihr ausschalten, jenachdem die Schleifenstation in den Verkehr gezogen oder von ihm ausgeschlossen werden soll. Die erste, ziemlich verwickelte und viele Apparate erfordernde selbstthätige Ein- und Ausschaltung einer Schleife gab Dr. A. Bernstein in Berlin 1857 an. Man braucht aber dazu eigentlich nur ein einziges polarisirtes Relais R (Fig. 172), dessen Ankerhebel, so lange in der Hauptleitung $L L_1$ mit positiven Strömen telegraphirt wird, sich an die Stellschraube s anlegt und diese Ströme auch in der Schleifenlinie $l l_1$ nach der Schleifenstation zu gehen nöthigt, während er durch negative Ströme sich an die andere Stellschraube s_1 legt und dadurch

diesen Strömen unter Ausschaltung der Schleife einen kürzeren Weg aus L durch die Rollen r von R, über a, s_1 und b nach L_1 eröffnet. Schaltet man zwischen der Achse a des Relaishebels und s_1 einen entsprechend großen Widerstand W ein, so wird dieser weder bei eingeschalteter noch bei ausgeschalteter Schleife

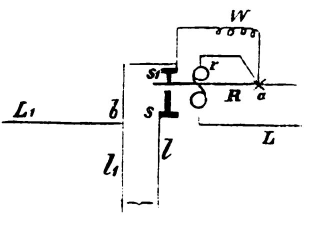


Fig. 172.

einen nachtheiligen Einfluß auf den Strom in der Hauptlinie ausüben, wohl aber eine Unterbrechung der Hauptlinie für den Fall verhüten, wo entweder die Schleifenlinie unterbrochen wird, oder der Relaishebel zwischen s und s_1 stehen bleibt; dann kann man nämlich immer noch durch einen Strom über r, a, W, s_1 und b den Hebel an s_1 heranbewegen, um die Hauptlinie kurz zu schließen. Die Schleifenstation kann bei ausgeschalteter Schleife nur, wenn sie eine Erdleitung an l_1 anlegt, nach L und L_1 sprechen, um etwa die Einschaltung der Schleife zu veranlassen.

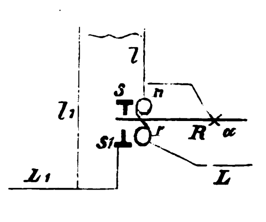


Fig. 173.

Die von C. Frischen in Hannover 1858 angegebene, in Fig. 173 abgebildete Einschaltung einer Schleifenlinie ist jetzt wohl selbstverständlich. Auch bei ihr bedeutet R ein polarisirtes Relais.

Neunzehntes Kapitel.

Die Doppeltelegraphie.

239. Was versteht man unter Doppeltelegraphie?

Unter der Doppeltelegraphie versteht man die gleichzeitige Beförderung zweier Telegramme auf einem und demselben Drahte. Wenn man von dem zuerst 1851 und seitdem wiederholt gemachten Vorschlage, in den Pausen zwischen den Zeichen eines Telegramms auf dem nämlichen Drahte ein zweites Telegramm zu befördern, absieht, so bleiben für die eigentliche Doppeltelegraphie noch zwei Möglichkeiten: die gleichzeitig beförderten beiden Telegramme können nämlich in gleicher Richtung oder nach entgegengesetzten Richtungen abgesendet werden; im ersteren Falle hat man das telegraphische Doppelsprechen, im anderen das telegraphische Gegensprechen. Bis jetzt hat weder das Gegensprechen, noch das Doppelsprechen sich bleibenden Eingang erringen können und es steht dies auch für die Zukunft wohl kaum zu erwarten, da sich, namentlich in Folge mangelhafter Isolirung, der Ausführung große Schwierigkeiten entgegenstellen und der Gewinn durch die Doppeltelegraphie nicht so wesentlich ist, als es beim ersten Anblicke scheint. (Vergl. auch das Vorwort.)

240. Wer erfand und verbesserte das Gegensprechen?

Das telegraphische Gegensprechen, bei welchem der

Empfangsapparat beider Stationen unterbrochen in die Leitung eingeschaltet bleiben muß, wurde im Juni 1853 von dem österreichischen Telegraphendirector Dr. Wilhelm Gintl erfunden. Gintl (und ähnlich der Schwede Nystrom, im December 1855, und Dr. zur Nedden, im Januar 1855) machte das Relais für die Zeichen der eigenen Station dadurch unempfänglich, daß er dessen Elektromagnetkerne nicht blos vom Telegraphirstrome, sondern zugleich auch, aber in entgegengesetzter Richtung, vom Strom einer durch den Taster gleichzeitig geschlossenen Ausgleichungsbatterie umkreisen ließ. C. Frischen (März 1854), Siemens und Halske (Herbst 1854), Dr. Stark in Wien (1855), Prof. Edlund in Stockholm (März 1854) und der preußische Telegrapheninspector Maron (1863, mit einer Einschaltung des Empfangsapparates, welche der des Galvanometers bei der Wheatstone'schen Brücke [vgl. Fr. 65] entspricht) führten den Telegraphirstrom in zwei Zweigströmen von entgegengesetzter Richtung um die Kerne, so daß sich ebenfalls diese zwei Zweigströme in ihrer Wirkung auf die Kerne gegenseitig aufhoben. Noch andere Mittel versuchten Kohl in Wien (1862), Dr. Schreder in Wien (1860), Frischen (1863) und Andere.

241. Wie bewerkstelligte Gintl das Gegensprechen?

Dr. Gintl brauchte auf jeder der beiden Stationen A und B (Fig. 174) nur einen Einstiftapparat, einen Taster und ein Relais, deren Einrichtung jedoch in einigen Theilen von der sonst gebräuchlichen abweichen muß.

Der Taster hatte ursprünglich zwei gegen einander isolirte Tasterhebel, welche am vorderen Ende durch ein isolirendes Querstück verbunden sind und beim Telegraphiren durch einen darauf befindlichen Knopf gleichzeitig niedergedrückt werden, so daß die Tasterhebel, welche in den Charnieren b und b_1 gehen und im Ruhestande auf den

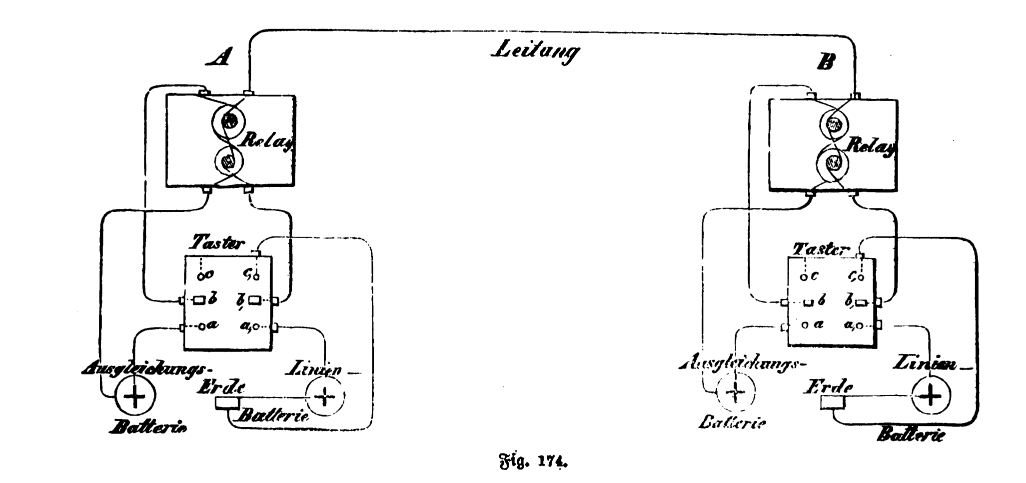

A
Leitung
B
Relay
Relay
Taster
c
c,
b
b,
a
a,
Taster
c
c,
b
b,
a
a,
Ausgleichungs-
Linien -
Erde
Batterie
Batterie
Ausgleichungs-
Linien -
Erde
Batterie
Batterie

Fig. 174.

Contactpunkten c und c_1 aufliegen, beim Niederdrücken genau zu gleicher Zeit mit den Contactpunkten a und a_1 in Berührung kommen. Der Tasterhebel rechts steht in gewöhnlicher Weise mit der Linien- oder Telegraphirbatterie, mit dem Relais und der Leitung und mit der Erde in Verbindung, nämlich der Contactpunkt a_1 mit einem Pole der Linienbatterie, deren anderer Pol mit der Erde verbunden ist, ferner das Charnier b_1 des Tasterhebels mit dem Relais und der Contactpunkt c_1 mit der Erde.

Das Relais enthält, abweichend von dem gewöhnlichen Morse'schen, eine doppelte Umwickelung um die Eisenkerne; die zwei Enden der inneren Lage stehen einerseits mit dem rechten Tasterhebel, andererseits mit der Leitung in Verbindung; die Enden der darüber gelegten Drahtwindungen aus stärkerem Drahte sind mit dem linken Tasterhebel und einer besonderen Localbatterie, Ausgleichungsbatterie genannt, in der in Fig. 174 angegebenen Weise verbunden. Die innere und äußere Drahtlage des Relais sind natürlich gegen einander isolirt.

Wenn nun auf der Station A der Doppeltaster niedergedrückt wird, so geht der Strom der Linienbatterie durch den Amboß a_1 des rechten Tasters in das Charnier b_1 desselben, in die inneren Windungen des Relais und in die Leitung, hierauf durch die inneren Windungen des Relais der Station B und dort durch das Charnier b_1 und den Contactpunkt c_1 zur Erde, in welcher er bis A und zur Linienbatterie daselbst zurückkehrt. Der Strom der Ausgleichungsbatterie an der Station A geht zu gleicher Zeit durch a und b durch die äußeren Windungen des Relais und unmittelbar zum anderen Pole dieser Batterie zurück.

Die Stärke der Linien- und der Ausgleichungsbatterie und die Richtung der inneren und äußeren Drahtwindungen oder die Einschaltung der Pole muß so angeordnet sein, daß der durch den einen Strom im Relais erzeugte Magnetismus

der Eisenkerne durch den anderen, in entgegengesetztem Sinne wirkenden Strom vollständig aufgehoben wird. Obgleich daher der Strom der Linienbatterie durch das Relais der Abgangsstation geht, so wird der Hebel dieses Relais doch nicht von den Eisenkernen desselben angezogen, wohl aber erzeugt derselbe an der entfernten Station B, wo er nur die inneren Windungen durchläuft, temporären Magnetismus, so daß dort der Relaishebel angezogen wird und somit die gewöhnliche Localbatterie durch das Schreibwerk schließt, welches letztere in der Figur nicht angegeben ist.

Wenn aber auf der Station B der Doppeltaster gleichzeitig niedergedrückt wird, so geht hier der Strom der Linienbatterie ebenfalls durch das innere Relais und in die Leitung, der Strom der Ausgleichungsbatterie nur durch das äußere Relais; diese beiden Ströme compensiren sich, gleichwie es in A geschah, in ihrer elektromagnetischen Wirkung und es bleibt daher nur der von A herkommende Strom im Relais der Station B wirksam, d. h. der Relaishebel bleibt angezogen. Wird auf einer Station der Taster losgelassen, so bleibt der Relaishebel daselbst dennoch angezogen, weil dann gleichzeitig der Strom der eigenen Linienbatterie und der Strom der Ausgleichungsbatterie aufhört, aber der Strom der Linienbatterie von der entfernten Station her noch im inneren Relais seine Wirkung äußert. So lange der Doppeltaster niedergedrückt ist, geht der von der entfernten Station kommende Strom nicht durch b_1 und c_1 zur Erde, sondern durch b_1 und a_1 und durch die Linienbatterie hindurch. Es können sonach beide Stationen gleichzeitig verschiedene Zeichen geben und empfangen, ohne sich gegenseitig zu stören.

Der beschriebene Gegensprecher hat indeß mehrere Mängel: Während der kurzen Zeit der Bewegung des Tasterhebels, während derselbe also s c h w e b t, d. h. weder mit c_1, noch mit a_1 in Berührung ist, kann der von der entfernten Station kommende Strom nicht zur Erde gelangen und wird

somit unterbrochen; ferner ist es bei dem wechselnden Widerstand in der Leitung schwierig, die Linien- und die Ausgleichungsbatterie immer in solcher Stärke zu erhalten, daß beim Niederdrücken des Doppeltasters im eigenen Relais kein Magnetismus erzeugt wird, endlich kann beim gleichzeitigen Telegraphiren in beiden Richtungen eine Beantwortung des Rufes, eine Correctur oder eine Collationirung nur dann erfolgen, wenn man die eigene zu gebende Depesche unterbricht.

Einen dieser Einwände, nämlich die Schwierigkeit, die Stärke der Ausgleichungsbatterie der Stärke der Linienbatterie anzupassen, hat Dr. Gintl später dadurch beseitigt, daß er zum Gegensprechen den chemischen Einstiftapparat anwandte. Wenn der positive Strom der Linienbatterie aus dem Platinstift austritt, durch den feuchten mit Jodkaliumlösung getränkten Papierstreifen hindurch auf die Metallwalze und in die Leitung geht (siehe die Beschreibung des chemischen Drucktelegraphen auf Seite 100) und wenn der positive Strom der Ausgleichungsbatterie gleichzeitig in umgekehrter Richtung aus der Metallwalze in den Platinstift tritt, so entstehen keine Zeichen, selbst wenn die Stromstärken dieser beiden Batterien merklich von einander verschieden sind. Dies hat seinen Grund darin, daß der entgegenwirkende Strom der Ausgleichungsbatterie eine Ausscheidung von Bestandtheilen am Platin veranlaßt (vgl. Fr. 58 und 66), die dasselbe gleichsam passiv oder unfähig machen, eine Färbung des Papieres durch Zersetzung des Jodkaliums hervorzubringen. Diese Färbung durch Zersetzung erfolgt jedoch sogleich, wenn der positive Strom der entfernten Station hinzukommt und aus dem Platin in das feuchte Papier eintritt.

Den oben beschriebenen Doppeltaster hat Dr. Gintl in einen einfachen mit fünf Contacten umgewandelt, indem er den vorderen Theil des Tasterhebels bis in die Gegend des

Charniers aus zwei von einander durch Elfenbein isolirten Längshälften herstellte, von denen die eine Hälfte (für die Linienbatterie) stets mit dem Charnier b_1 und im Ruhestande mit dem hinteren Contactpunkte c_1, die andere mit dem Charnier b in leitender Verbindung ist, während beim Niederdrücken beide Hälften gleichzeitig vorn auf die zwei getrennten Ambosse a und a_1 aufstoßen und hierdurch die Linien- und Ausgleichungsbatterie gleichzeitig schließen.

242. Welche Einrichtung gaben Frischen und Siemens-Halske dem Gegensprecher?

Die Gegensprecher, welche C. Frischen in Hannover einerseits, Siemens und Halske in Berlin andererseits 1854 entwarfen, stimmten dem Wesen nach überein. Auch bei ihnen sind indeß die Schwierigkeiten der Ausgleichung der Wirkung der Zweigströme auf das eigene Relais nicht beseitigt. In Fig. 175 ist ein solcher Apparat mit den zugehörigen Theilen und Verbindungsdrähten im Grundriß dargestellt.

Das (in Fr. 162 schon besprochene, dem Stiftschreiber mit oscillirendem Magnet [S. 190] ähnliche) Relais hat drehbare Eisenkerne, deren obere und untere Enden beim einfachen Durchgange eines elektrischen Stromes entgegengesetzte magnetische Pole erhalten, sich unmittelbar anziehen und die Localbatterie durch den Schreibapparat hindurch schließen. Die Umwindungen des Relais sind aus zwei zusammengewundenen gleichlangen, gleichstarken und gegen einander isolirten Drähten gebildet, die sich bei f vereinigen. Die Enden des einen Relaisdrahtes sind mit den Klemmen 4 und 5, die Enden des anderen mit 6 und 5 in Verbindung. Geht nun ein elektrischer Strom durch einen dieser Relaisdrähte allein, also entweder von 4 durch das Relais über den Punkt f nach 5 oder von 6 durch das Relais und über f nach 5, so entstehen entgegengesetzte magnetische Pole an den Enden der Eisenkerne, die sich anziehen; wird dagegen

ein Strom von der Klemme 5 aus in das Relais eingeführt, so theilt sich derselbe im Punkte f, geht in dem einen Umwindungsdrahte in der Richtung von 4 nach 6, in dem anderen in der umgekehrten Richtung von 6 nach 4; der

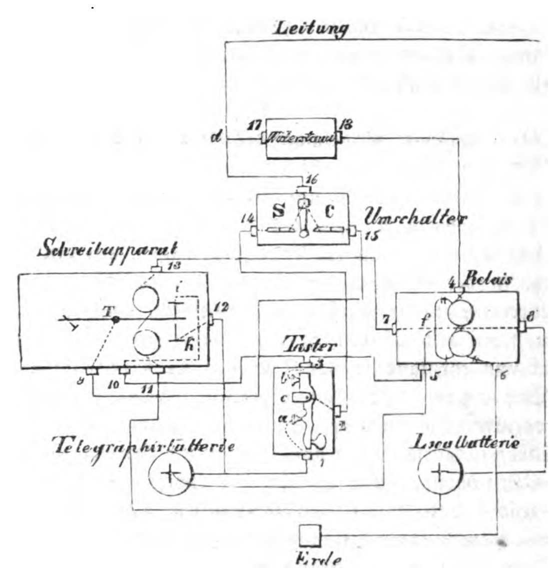


Fig. 175.

durch den einen Strom erzeugte Magnetismus wird durch den anderen entgegengesetzt wirkenden Strom vollständig aufgehoben und die Eisenkerne ziehen sich nicht an, sondern verhalten sich ganz indifferent gegen einander. Außerdem ist zu bemerken, daß zwischen der Klemme 4 des Relais und dem Punkte d der Leitung ein aus feinem Neusilberdraht bestehender Widerstand (Rheostat, vgl. Fr. 64) eingeschaltet

ist, welcher durch einfache Hebelstellung von Meile zu Meile (von 1 bis 100 Meilen) verändert werden kann und der dem Widerstande in der benutzten Telegraphenleitung gleichgemacht werden muß.

Beim Geben und Empfangen von Nachrichten steht der Hebel des Umschalters in der Regel auf der Feder S; die Stellung auf C hat einen besonderen Zweck, der weiter unten erklärt werden wird.

Wenn der Apparat eine Nachricht von der entfernten Station empfängt, so gelangt der Strom aus der Leitung zunächst zum Punkte d, hierauf zur Klemme 16 des Umschalters, über S zu 14 und zu dem in Ruhe befindlichen Taster, hier durch 2, c, b und 3 und dann zur Klemme 5 des Relais, wo er, um zur Erde zu gelangen, nur den einen Draht in der Richtung von 4 nach 6 durchströmt und in der Erde zur entfernten Station zurückkehrt. Ein schwacher Zweigstrom geht gleichzeitig von d aus durch den Widerstand und ebenfalls in der Richtung von 4 zu 6 durch das Relais zur Erde. Das Relais spricht also an und schließt die Localbatterie durch das Schreibwerk hindurch.

Wenn der in der Figur angedeutete Apparat nach der entfernten Station hin arbeitet, so nimmt der Strom der Telegraphirbatterie bei niedergedrücktem Taster folgenden Weg: Vom Zink durch die Flüssigkeit zur Kohle, zur Klemme 1 und dem vorderen Contactpunkt a des Tasters, durch c zu 2, ferner in den Umschalter zu 14, S und 16 und zum Punkte d in der Leitung, wo er sich wegen der Gleichheit der Widerstände in zwei gleichstarke Ströme theilt. Der eine geht durch die Leitung nach der entfernten Station und kehrt in der Erde zurück, geht hierauf zur Klemme 6 des Relais, durch den einen Draht desselben zu f und 5 und zurück zur Batterie; der andere Strom geht von d aus durch den Widerstand und zur Klemme 4 des Relais, in welchem er den zweiten Draht durchströmt und ebenfalls durch f und

5 zur Batterie zurückkehrt. Die beiden gleichen Ströme im Relais haben also entgegengesetzte Richtung, heben sich in ihrer elektro-magnetischen Wirkung auf und können daher keine Anziehung der Eisenkerne hervorbringen. Das Relais ist aber in die Leitung eingeschaltet und kann gleichzeitig einen von der entfernten Station kommenden Strom durchpassiren lassen. Wenn also auf beiden Stationen gleichzeitig der Taster niedergedrückt wird, so wirkt hier der eigene fortgehende Strom nicht auf das Relais, der von der entfernten Station kommende geht aber über d nach 16, S und 14 in den niedergedrückten Taster, hier über 2, c, a und 1 durch die Telegraphirbatterie nach 5 und f des Relais und in dem einen Drahte in der Richtung von 4 nach 6 zur Erde und zurück zur entfernten Station. Das Relais hier wird also so lange ansprechen, als die entfernte Station den Taster niederdrückt, der eigene Taster mag in Ruhe oder in Thätigkeit sein. Derselbe Vorgang findet beim gleichzeitigen Sprechen auch auf der entfernten Station statt.

Während der Taster schwebt, also weder mit dem vorderen Contactpunkte a, noch mit dem hinteren b in Berührung ist, werden nicht, wie bei dem Gintl'schen Apparate, die ankommenden Zeichen unterbrochen, sondern der ankommende Strom geht von d aus ganz durch den Widerstand, wodurch er zwar um die Hälfte geschwächt, dafür aber auch zweimal in derselben Richtung durch das Relais geführt wird. Der Strom geht dann nämlich von 4 aus durch den einen Draht des Relais und hierauf über f noch durch den zweiten Draht in derselben Richtung von 4 nach 6 zur Erde. Die elektromagnetische Wirkung bleibt also immer dieselbe, der Tasterhebel mag irgendwelche Stellung haben.

Die Pole der Telegraphirbatterien beider Stationen können beliebig eingeschaltet sein. Für die Erklärung ist es gleichgiltig, ob man annimmt, daß gleiche entgegengesetzte Ströme sich gegenseitig vernichten und gleichgerichtete sich

verstärken, oder daß verschiedene Ströme neben einander in demselben Drahte (der Telegraphenleitung) zu existiren vermögen.

Diese Apparate bieten außerdem noch den großen Vortheil, daß man beim Einfachsprechen die Collationirung der eigenen zu gebenden Depesche sogleich während des Telegraphirens erhalten kann, indem dann der Apparat der empfangenden Station als Uebertrager wirkt und die Depesche ohne Zuthun eines Beamten sofort selbst auf demselben Drahte zurücktelegraphirt, so daß man jeden Augenblick wissen kann, ob die Depesche an der entfernten Station richtig angekommen ist. Die empfangende Station muß dann den Hebel des Umschalters rechts auf C stellen und es nimmt der ankommende Strom dann seinen Weg in gleicher Weise durch den Schreibapparat nach dem Relais und der Erde, wie früher durch den Taster, weil dann die obere Schraube i dem hinteren Contactpunkt b, die untere Schraube k dem vorderen Contactpunkt a und der Schreibhebel T dem Tasterhebel c entsprechend ist. Ist der Schreibhebel angezogen, so geht der ankommende Strom durch die Telegraphirbatterie, ist ersterer dagegen weder mit i, noch mit k in Berührung, durch den Widerstand hindurch zum Relais, ganz ähnlich wie früher beim Durchgange durch den Taster. Der Schreibhebel T schließt nun aber, so lange er mit der unteren Schraube k in Berührung ist, die Telegraphirbatterie der Empfangsstation nach der telegraphirenden Station hin und giebt demnach die empfangenen Zeichen sofort wieder auf demselben Drahte zurück. Der Strom der Telegraphirbatterie geht dann nämlich zu 12, k, T, 9, 15, C, 16 und d, wo er sich wieder theilt, von hier (einerseits nach der entfernten Station und andererseits durch den Widerstand) in zwei entgegengesetzten Richtungen durch das eigene Relais, welches demnach nicht anspricht, während auf der entfernten Station die Zeichen so hervorgebracht werden

müssen, wie sie eben durch den Taster daselbst fortgegeben werden.

243. Wie schaltete Frischen 1863 den Gegensprecher ein?

Im Jahre 1863 hat Frischen das in Fig. 176 dargestellte Schema entworfen, um den störenden Einfluß der Veränderlichkeit der Nebenschließungen zu beseitigen. Dieser störende Einfluß äußert sich bei der Thätigkeit des Gegen-

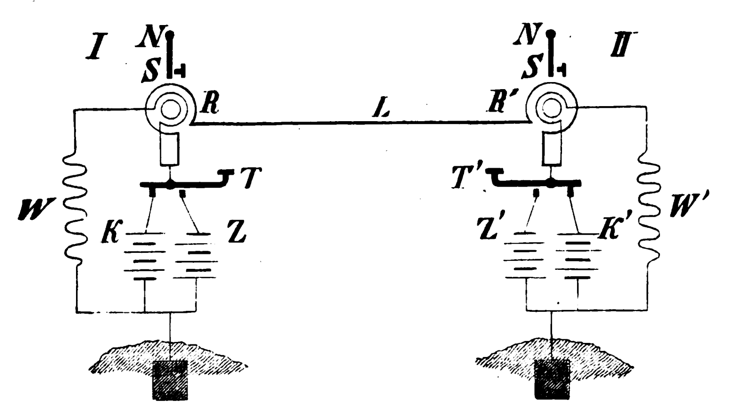


Fig. 176.

sprechers in der Weise, daß, wenn die Relaisbewegungen beim einfachen Arbeiten exact sind, dieses nicht mehr der Fall ist, wenn die empfangende Station auch gleichzeitig Strom absendet, und so entsteht beim Gegensprechen leicht verworrene Schrift. Diesem Uebelstande kann man durch Anwendung von polarisirten Relais und Doppelbatterien mit Erfolg begegnen. Mit jedem Contacte des Tasters ist eine Batterie verbunden, die mit entgegengesetzten Polen zur Erde stehen. Es seien nun die Widerstände W und W'

entsprechend abgeglichen und dann die Relais, wenn kein Strom vorhanden ist, so eingestellt, daß ihre magnetisirten Anker oder Zungen bei der Bewegung mit der Hand sowohl am Localbatteriecontact, als auch am Ruhecontact liegen bleiben. Wenn kein Zeichen gegeben wird, liegen die Anker beider Relais durch die überwiegende Wirkung der durch W und W' und die inneren Windungen gehenden localen Zweigströme von K und K' am Ruhecontacte. Beim Niederdrücken des Tasters T auf Station I wird der Strom der Batterie Z den Relaisanker R am Ruhecontact liegen lassen, (weil ein Strom von entgegengesetztem Vorzeichen überwiegt, jedoch in den äußeren, entgegengesetzt gewickelten Windungen), aber den Relaisanker R' gegen den Batteriecontact drücken, während beim Loslassen des Tasters T der Strom der Batterie K_1 auf diesen magnetisirten Anker einen entgegengesetzten Einfluß ausüben und ihn wieder gegen den Ruhecontact drücken wird. Ganz derselbe Vorgang findet in Bezug auf Relais R und Taster T' statt. Beim Schweben des Tasters tritt keine Unterbrechung der Linie ein, weßhalb auch beim gleichzeitigen Niederdrücken beider Taster beide Relais regelrecht arbeiten. Es ergiebt sich nun leicht, daß bei Veränderungen des Widerstandes in der Leitung dies ohne Einfluß auf den sicheren Gang des Gegensprechers sein muß, so lange nicht die Widerstandsungleichheit so groß wird, daß dadurch die Differenz der Einwirkung des abgehenden Stromes in den entgegengesetzten Umwindungen des Relais größer wird, als die Einwirkung durch den ankommenden Strom.

244. Welches sind die Vorgänge beim Doppelsprechen?

Das telegraphische Doppelsprechen wurde ebenfalls von Gintl erfunden, welcher am 19. Juli 1855 seinen Vorschlag der Wiener Akademie der Wissenschaften versiegelt übergab. Eine Lösung derselben Aufgabe veröffentlichten

bald darauf Stark (1855), Siemens (1855), Bernstein in Berlin (Oct. 1855), Bosscha in Leyden (27. Oct. 1855), Nyström in Oerebro in Schweden (4. Dec. 1855), Dr. Aug. Kramer in Berlin (13. Febr. 1856), Schreder (1860). Bei der gleichzeitigen Beförderung zweier Telegramme in derselben Richtung kommen drei verschiedene Stromstärken vor, jenachdem ein Zeichen blos auf einem, oder auf dem anderen, oder auf beiden Tastern der telegraphirenden Station gegeben wird; man erlangt diese drei verschiedenen Stromstärken S_1, S_2 und S_3 entweder durch verschieden starke gleichgerichtete oder entgegengesetzte Ströme zweier Telegraphirbatterien. Die beiden Taster müssen so eingeschaltet werden, daß beim Niederdrücken des einen doch die Leitung für den anderen nicht unterbrochen wird, weil sonst die von letzterem gegebenen Zeichen zerrissen werden würden. Sehr empfiehlt sich die in Fig. 177 skizzirte Tastereinschaltung, welche Kramer 1856 für das Doppelsprechen vorschlug, während Gintl sie schon für die eine Methode des Gegensprechens mit dem chemischen Schreibapparate in Vorschlag gebracht hatte. Bei ruhendem Taster ist jede Batterie kurz durch den Tasterhebel geschlossen, und dieser kurze Schluß wird beseitigt, sobald der Tasterhebel den Ruhecontact 3 verläßt. Ist blos T_1 oder T_2 niedergedrückt, so sendet blos die Batterie B_1 oder B_2 ihren Strom in die Leitung L und zwar durch den ruhenden Hebel des anderen Tasters. Arbeiten oder schweben beide Taster gleichzeitig, so senden beide Batterien B_1 und B_2 ihren Strom in die Leitung, auf dem Wege L, a, B_1, b, c, B_2, d, E. Man bedarf nun auf der Empfangsstation zwei oder besser drei Relais, welche

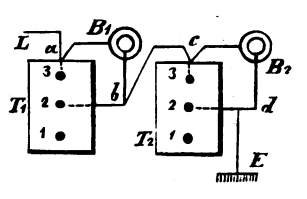


Fig. 177.

auf diese drei verschiedenen Ströme ansprechen und die Zeichen auf zwei Schreibapparaten aufzeichnen. Man kann so gleichzeitig zwei Telegramme in derselben Richtung von einer oder auch von zwei verschiedenen Stationen nach einer oder auch nach zwei anderen Stationen befördern.

Die Einschaltung der drei Relais skizzirt Fig. 178 (nach Dr. Stark). R_1 und R_3 sind gewöhnliche, R_2 ein Translations-Relais (Nr. 223); die Federn dieser drei Relais werden so gespannt, daß R_1 auf alle drei Stromstärken S_1, S_2 und S_3 anspricht, während R_2 auf S_2 und S_3, nicht aber auf die von T_1 allein herrührende Stromstärke S_1 anspricht und der Hebel von R_3 endlich nur durch die Stromstärke S_3, wenn beide Taster T_1 und T_2 zugleich niedergedrückt werden.

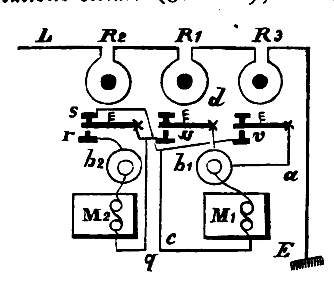


Fig. 178.

Der Schreibapparat M_2 ist mit R_2 und der Localbatterie b_2 wie gewöhnlich verbunden und schreibt, so oft R_2 auf die von T_2 herrührende Stromstärke S_2 oder auf S_3 anspricht. Der Schreibapparat M_1 und die Localbatterie b_1 sind mit R_3 über a, v und c wie gewöhnlich, außerdem aber auch noch über d, u, s und c mit R_1 verbunden, so daß also der Hebel und die Ruhecontactschraube s von R_2 in diesen Stromkreis eingeschaltet sind, welcher demnach durch den Hebel von R_1 nur dann geschlossen wird, wenn gleichzeitig der Anker von R_2 nicht angezogen, der Hebel dieses Relais also in seiner Ruhelage ist. Wird nun T_1 allein niedergedrückt, so spricht auf S_1 blos R_1 an, schließt b_1, und M_1 schreibt das Zeichen nieder. Wird T_2 niedergedrückt, so

sprechen auf S_2 zwar R_1 und R_2 an, allein nur M_2 schreibt durch den über r und q gehenden Strom von b_2 das Zeichen, da b_1 nicht geschlossen ist, weil der Hebel von R_2 sich nicht in der Ruhelage befindet, sondern an der Contactschraube r liegt. Werden T_1 und T_2 gleichzeitig niedergedrückt, so werden alle drei Relaishebel angezogen, b_1 und b_2 geschlossen und M_1 und M_2 schreiben beide. — Die von T_1 gegebenen Zeichen schreibt M_1 theils durch Vermittelung von R_1, theils von R_3; soll nun der Schreibapparat M_1 beim Uebergang von der Schließung durch R_1 zur Schließung durch R_3 und umgekehrt nicht im Schreiben absetzen, so müssen die Relaishebel einen möglichst kurzen Weg zwischen ihren Contactschrauben zurückzulegen haben.

243. Läßt sich das Doppelsprechen mit dem Gegensprechen verbinden?

Die Möglichkeit einer Verbindung des Doppel- und Gegensprechens behauptete zuerst Dr. Stark (15. Oct. 1855) und kurz nachher (27. Oct. 1855) Dr. Bosscha jun. in Leyden, Maron (1863) und Andere. Bei einer solchen Verbindung beider ist es aber noch wichtiger, dafür zu sorgen, daß bei der Tasterbewegung die Linie nicht unterbrochen wird. Man schaltet daher die Batterien am besten so ein, wie Fig. 177 zeigt, so daß die Batterien bei ruhendem Taster über 2 und 3 kurz geschlossen sind und ihren Strom erst in die Leitung senden, wenn der Tasterhebel den Ruhecontact 3 verläßt. Man braucht dann auf jeder der beiden Stationen zwei Taster und drei Relais, welche mit den beiden Schreibapparaten wieder wie beim Doppelsprechen verbunden werden, etwa wie in Fig. 178, während jedes einzelne Relais wieder in der beim Gegensprechen angegebenen Weise für die von seiner Station ausgehenden Ströme unempfindlich gemacht werden muß.

Zwanzigstes Kapitel.

Geschichtliche und statistische Bemerkungen über die Entwickelung und Ausbreitung der elektrischen Telegraphen.

246. Wann wurden die Telegraphen in den verschiedenen Ländern eingeführt?

In England ward 1840 eine Leitung mit 5 Drähten für einen Fünfnadel-Telegraphen ausgeführt; 1845 stieg die Länge der Leitungen von 14 auf 108 deutsche Meilen. In Amerika bewilligte der Congreß am 3. März 1843 30 000 Dollars zur Anlage von Telegraphen, und Morse baute 1844 die erste 8 deutsche Meilen lange Linie von Washington nach Baltimore, welche am 27. Mai 1844 eröffnet wurde; 1845 waren 194, 1852 schon 260 Meilen gezogen. In Deutschland ließ 1843 die Direction der Rheinischen Eisenbahn bei Aachen eine kurze Leitung mit 4 Drähten für einen Zeigertelegraphen von einem Engländer ausführen, worauf Anfang 1845 William Fardely aus Mannheim eine Leitung mit blos 1 Draht auf Stangen in freier Luft an der Taunusbahn anlegte. Frankreich erhielt 1845 seine erste, 140 000 Frcs. kostende Leitung, von Paris nach Rouen; Rußland 1844, von Petersburg nach Zarskoe-Selo; Oesterreich 1846, von Wien nach Brünn; Preußen 1846, von Berlin nach Potsdam; Bayern im December

1846, von München nach Rannhofen; Baden 1847, von Karlsruhe nach Durlach; Sachsen im Juli 1850, von Leipzig nach Dresden. In Belgien hatten Wheatstone und Cooke im August 1846 die erste Linie zwischen Antwerpen und Brüssel errichtet. In Holland entstand 1847, in Sardinien 1851, von Turin nach Genua, in der Schweiz 1852, in Schweden 1853, in Spanien 1854, in Norwegen und im Kirchenstaat 1855, in Portugal 1857 die erste Telegraphenlinie.

Dem Privatverkehr wurden die Telegraphen anscheinend zuerst in Amerika zugänglich, und zwar 1843. In Holland geschah dies am 29. December 1845, auf dem Eisenbahntelegraphen zwischen Amsterdam und Rotterdam. In Deutschland wurde schon 1847 eine Linie von Bremen nach Vegesack dem allgemeinen Verkehr übergeben, während England 1848, Preußen und Oesterreich 1849, Frankreich erst durch das Gesetz vom 1. August 1851, Dänemark den 1. Februar 1854 Privattelegramme zur Beförderung zuließen. Am günstigsten aber wirkte auf die Einführung des Privatverkehrs in Deutschland seit 1850 der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein. In Europa wurden die Telegraphen vorwiegend vom Staate gebaut und betrieben, in Nordamerika und England von Privatgesellschaften; doch machte man in Amerika nicht immer die erfreulichsten Erfahrungen mit dem Privatbetrieb, und auch in England geht man eben damit um, die Privattelegraphen mit einem Aufwande von etwa 6 000 000 Pfd. Sterling in die Hände des Staates überzuführen.

247. Wie breiteten sich die unterseeischen Leitungen aus?

Die erste wirkliche unterseeische Leitung scheint Dr. O'Shaughnessy 1839 in der Nähe von Calcutta durch einen Arm des Ganges gelegt zu haben; der mit getheertem

Bindfaden umwickelte Draht wurde dabei in gespaltenes indisches Rohr eingeschlossen und dieses wieder mit getheertem Faden umwickelt. 1840 trat Wheatstone mit einem Plan zur Verbindung von Dover und Calais hervor. 1842 legte Morse einen isolirten (?) Kupferdraht im Hafen von New-York und im August 1843 regte er die unterseeische Verbindung Amerikas und Europas an. In den Jahren 1838—1843 versuchte man in England, mittelst isolirter Drähte durch Elektricität Sprengungen unter Wasser zu bewirken. 1845 legte Ezra Cornell einen mit Baumwolle umwickelten, mit Kautschuk isolirten Draht in Bleiröhren durch den Hudson bei New-York. 1846 wurden im Hafen von Portsmouth verschiedene Versuche angestellt. Den ersten Versuch zu einer kurzen unterirdischen Leitung machte Ronalds (1816—1823), welcher den Draht in Glasröhren einschloß und in eine mit Pech ausgefüllte Holzröhre legte. Aehnliches schlug Triboaillet 1828 vor. Weitere Versuche mit Glasröhren von Jacobi in Petersburg (1842), mit Kautschukbändern von Wheatstone an der Great-Western-Bahn (1839) und von Morse mit gefirnißter Baumwolle führten nicht zum Ziel.

Die 1843 bekannt gewordene Guttapercha (Fr. 199) ward von Faraday zur Isolation empfohlen. Ein 1848 mit einem Guttaperchadrahte im Hudson gemachter günstiger Erfolg führte Samuel T. Armstrong 1848 dazu, die Legung eines solchen Drahtes durch den Atlantischen Ocean zu befürworten, dessen Kosten Armstrong auf $3^1/_2$ Millionen Dollars anschlug. 1848 legte Siemens einen Draht von Deutz nach Köln durch den Rhein und 1849 telegraphirte Walker im Hafen von Folkestone auf einem 2 Meilen langen, in das Meer versenkten Drahte.

Das erste größere Telegraphentau, ein einfacher Guttaperchadraht, wurde von Wollaston unter Mithilfe von Jacob Brett, John Watkins Brett und Reid am

28. August 1850 von Dover nach Calais (Cap Grinez) gelegt und war 6 deutsche Meilen lang; es zerriß zwar schon nach wenigen Tagen, wurde aber 1851 durch ein von Robert Stirling Newall u. Comp. in Gateshead am Tyne in drei Wochen verfertigtes, 60 000 Thlr. kostendes Tau ersetzt, in welchem vier Kupferdrähte mit einer doppelten starken Hülle von Guttapercha umgeben, unter Hinzunahme von Hanf, Theer und Talg, zu einem Stricke von 1 Zoll Durchmesser zusammengewunden und endlich mit einer Metallhülle aus zehn verzinkten Eisendrähten von $^1/_3$ Zoll Dicke versehen waren. Eine große, vom Ingenieur Fenwick eigens hierfür erbaute Maschine diente dazu, ein möglichst genaues Aneinanderschließen dieser zehn äußeren Drähte herzustellen, so daß sie eine vollkommen feste Decke bildeten, welche allen Hinzutritt des Wassers verhinderte. Vom 25.—28. Sept. 1851 wurde dieses Riesentau von $4^1/_2$ Zoll Dicke, 24 engl. Meilen Länge, 180 Tonnen (3600 Centner) Gewicht unter Wollaston's und Crampton's Leitung in das Meer versenkt.

Damit hatte die unterseeische Telegraphie festen Boden gewonnen, und es folgte schon am 1. Juni 1852 die Verbindung von Irland und England (Holyhead-Howth); die Meerestiefe stieg bis 70 Faden (à 6 Fuß engl.), also über das Doppelte der Tiefe zwischen Calais und Dover. Die Legung eines Taues durch den irischen Canal zwischen Donaghadee und Port-Patrick in Schottland am 9. October 1852 mißlang; dieses Tau wurde 1854 wieder heraufgeholt. In Nordamerika wurde im December 1852 vom Cap Tormentine in Neu-Braunschweig nach der Prinz Edwards-Insel im St. Lorenzbusen (10 engl. Meilen) ein von Newall gefertigtes Tau mit 1 Leitungsdrahte gelegt. Im Jahre 1853 wurden die ebenfalls von Newall gelieferten Taue zwischen Dover und Mittelkerke bei Ostende, zwischen Donaghadee und Port-Patrick, zwischen Orfordneß bei

Ipswich und Scheveningen bei Haag, im Meerbusen des Forth in Schottland, im Fluß Tay in Schottland und im großen und kleinen Belt versenkt; 1854 ein von Glaß, Elliot u. Comp. gefertigtes Tau im Sund von Helsingör nach Helsingborg. Im Jahre 1854 wurden nicht nur noch einige kleinere Taue gelegt, sondern es begannen auch die Arbeiten im Mittelmeere, welche wegen der größeren Entfernungen und Tiefen (1100—1500 Faden) zwar noch größere Schwierigkeiten boten, aber auch wegen der von J. W. Brett beabsichtigten Fortführung nach Aegypten und Ostindien von größerer Wichtigkeit für den Verkehr waren. Die Taue zwischen Spezzia bei Genua und Corsica und zwischen Corsica und Sardinien wurden noch 1854 glücklich versenkt; von Sardinien aus konnte man aber Afrika nach mehreren mißglückten Versuchen erst 1857 erreichen. Immer größere Unternehmungen im Mittelmeere, in der Nord- und Ostsee, im Bodensee, im Schwarzen, Rothen, Arabischen und Persischen Meer wurden in Angriff genommen, ja schon 1857 ging man an eine Verbindung Europas und Amerikas, wobei Tiefen bis 2400 Faden zu überschreiten waren. Die Legung begann am 6. August von der Insel Valentia bei Irland, aber das Tau riß am 11. August, 274 engl. Meilen von der Küste. Nach vielseitigen Verbesserungen schritt man zu den beiden Versuchen des Jahres 1858, von denen der erste ebenfalls mit dem Reißen des Taues endete, während der zweite auf kurze Zeit eine telegraphische Verbindung zwischen Amerika und Europa herstellte. Obwohl man sofort sich zu einem neuen Versuche anschickte, konnte man doch erst 1864 ein neues Tau anfertigen lassen, welches, 2300 engl. Meilen lang, auf dem Great-Eastern verladen wurde; am 22. Juli 1865 wurde das Küstenkabel glücklich auf Valentia gelandet, das Tiefseekabel aber riß abermals, etwa 600 Meilen von der amerikanischen Landungsstelle Heart's Content, über

1000 Meilen von Valentia. Endlich 1866 gelang es dem Great Eastern nicht nur, ein neues Tau zwischen Valentia und Heart's Content zu versenken, sondern auch das vorjährige wieder aufzufischen und zu ergänzen. Seitdem arbeiteten beide Kabel, trotz mehrfacher Unterbrechungen, zur vollsten Zufriedenheit, und die Gesellschaft konnte, obgleich die Unternehmungen von 1857 und 1858 350 000, die von 1865 und 1866 je 600 000 Pfund Sterling gekostet haben und die anfängliche Beförderungsgebühr von 20 Pfd. für 20 Wörter wiederholt herabgesetzt wurde (und nächstens auf 20 Thlr. sinken wird), für das laufende Jahr über 24 Proc. Dividende zahlen, trotzdem daß die Ausbesserung des schadhaften Kabels 10 000 Pfd. gekostet hatte.

Im Jahre 1869 wurde vom 27. April bis 5. Mai ein Tau zwischen Libau und der Insel Bornholm, welche im December 1868 über Moën mit Kopenhagen verbunden worden war, versenkt; am 15. Mai zwischen Syra-Kea-Sunium, in der Woche vorher zwischen Leukadien und Corfu; am 22. Mai zwischen Tasmanien und Australien; vom 28. Juni an legte Siemens im Schwarzen Meer zwischen Djuba und Cap Adler das Tau für die indo-europäische Linie (London-Teheran, 815 deutsche Meilen), deren Vollendung noch im Jahre 1869 erwartet wird; am 1. Juli war die Legung des englisch-norwegischen Taues glücklich vollendet. Das größte Unternehmen dieses Jahres ist aber die Versenkung des 3330 Meilen langen französisch-amerikanischen Kabels zwischen Brest und der Insel St. Pierre im St. Lorenzbusen, welches am 3. Juni vollendet, dessen Uferende am 17. Juni bei Brest glücklich gelandet, dessen Tiefseekabel vom 21. Juni an vom Great Eastern ausgelegt und dessen Uferende auf St. Pierre am 4. Juli gelandet wurde, worauf am 15. Juli das erste Telegramm an den Kaiser Napoleon abging. Auch das Tau zwischen St. Pierre und dem amerikanischen Festlande wurde glücklich versenkt.

Kaum ist so eine zweite unterseeische Verbindung zwischen diesen beiden Erdtheilen geglückt, so ist schon eine dritte im Anzuge, welche von Deutschland ausgehen soll. Nicht minder rüstig schritten die Arbeiten vor, welche Amerika auf dem Landwege zu erreichen bezwecken: die russisch-sibirische Linie ward Anfang 1861 begonnen, und 1867 war bereits die ganze Amurlinie von Nikolajewsk bis zum Hafen Nowgorodskaja in der Possietbucht eröffnet, welche die sibirischen Telegraphen mit den russisch-amerikanischen verbinden soll, während in Amerika 1861 die californischen Linien bei San Francisco mit den östlichsten festländischen verbunden und 1866 bis zur Vancouvers-Insel an der Westküste von Britisch-Amerika fortgesetzt wurden.

248. Wie entwickelte sich der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein?

Dem deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereine, welcher 1850 in Dresden zwischen Oesterreich, Preußen, Bayern und Sachsen abgeschlossen wurde, traten nach und nach Hannover, Württemberg, Baden, Mecklenburg-Schwerin und die Niederlande bei, von denen mehrere zugleich die durch die kleineren deutschen Staaten geführten Linien verwalteten. Bei Gründung des Norddeutschen Bundes (1866) ward das Telegraphenwesen als Bundesangelegenheit erklärt. Der Bund hatte am 1. Januar 1868 bei 830 Stationen mit 1808 Apparaten 3024 preuß. Meilen Linien und 9685 Meilen Drähte im Betrieb.

Der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein hatte:

zu Anfang	Vereins-Stationen	Meilen Linien	Meilen Draht	auf 1 Station Meilen Linien	auf 1 Station Meilen Draht
1851	88	978	—	11	—
1854	163	1590	2328	—	—
1855	189	2084	2839	—	—
1856	234	2318	3890	9,90	16,62
1857	307	2645	4773	8,61	15,55

zu Anfang	Vereins-Stationen	Meilen Linien	Meilen Draht	auf 1 Station Meilen Linien	auf 1 Station Meilen Draht
1858	357	2857	5501	8,00	15,41
1859	425	3256	6348	7,61	14,94
1860	480	3533	7104	7,36	14,80
1861	545	3864	7869	7,09	14,44
1862	627	4125	8591	6,58	13,70
1863	755	4495	9633	5,97	12,76
1864	979	5233	11521	5,31	11,71
1865	1177	5624	13305	4,78	11,30
1866	1362	6107	15356	4,48	11,28
1867	—	6575	16746	—	—

Der Verein hatte Anfang 1854, 1859 und 1863 und Ende Februar 1866

in	Vereinsstationen 1854	1859	1863	1866	Privat- u. Eisenbahnbetriebs-Telegraphenstationen 1863	1866
Oesterreich	61	188	239	396	281	413
Preußen	51	120	197	468	376	381
Bayern	23	38	49	79	86	262
Sachsen	7	27	27	35	38	64
Hannover	3	30	36	60	42	40
Württemberg	5	30	65	142	24	—
Baden	4	45	65	94	43	74
Mecklenburg	3	13	15	17	4	7
den Niederlanden	6	54	62	72	9	25
Summa	163	545	755	1363	993	1266

Der Verein begünstigte durch die Beschlüsse seiner Conferenzen zu Wien (1851), Berlin (1853) u. s. w. die weitere Entwickelung des Telegraphenwesens in Deutschland (z. B. durch allgemeine Einführung des Morse und der Translation) und vermittelte den telegraphischen Verkehr mit den übrigen europäischen Staaten. Die Beförderungs-

gebühr der Telegramme wurde von Anfang an nach der in der Luft gemessenen Entfernung der Aufgabe- und Empfangs-Station bemessen und wuchs mit den Zonen von 10, 25, 45, 70, 100 Meilen u. s. f., deren Anzahl 1863 auf 4 (10, 45, 100 Meilen und darüber), 1866 auf 3 (10, 45 Meilen und darüber) vermindert wurde. Die Wortzahl des einfachen Telegramms schwankte zwischen 20 und 30; jetzt beträgt sie 20 und kostet in den 3 Zonen 8, 16 und 24 Ngr.; je 10 Wörter mehr kosten die Hälfte mehr. Im Norddeutschen Bunde kosten 20 Wörter in den 3 Zonen nur 5, 10 und 15 Ngr. und 10 Wörter mehr die Hälfte mehr. Seit dem 1. Juli 1869 kann man im Norddeutschen Bunde nicht blos ganze Telegramme, sondern auch einzelne Wörter (durch Unterstreichen) recommandiren; solche Wörter werden doppelt gezählt, dafür aber auf allen Stationen collationirt.

249. Welche Bestimmungen traf die internationale Telegraphen-Conferenz zu Wien 1868?

Aehnliche Verträge wie zwischen den Staaten des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins wurden auch zwischen anderen europäischen Staaten abgeschlossen und stellten ähnliche, zum Theil noch günstigere Bedingungen für den telegraphischen Betrieb und Verkehr fest. Der neueste und umfassendste Vertrag ward durch die im Juni und Juli 1868 in Wien tagende internationale Telegraphen-Conferenz bearbeitet und trat mit dem 1. Januar 1869 in Kraft für die Staaten: Norddeutscher Bund, Oesterreich, Ungarn, Frankreich, England und Britisch-Indien, Italien, Rußland, Türkei; Spanien; Bayern, Belgien, Niederlande, Donaufürstenthümer, Schweden und Norwegen; Persien, Schweiz, Württemberg; Baden, Dänemark, Griechenland, Portugal, Serbien; Kirchenstaat und Luxemburg. Die Arbeiten der Conferenz bestanden hauptsächlich in der Revision des Ver-

trages, welcher im Jahre 1865 zu Paris abgeschlossen wurde und nach den seitherigen Erfahrungen, vorzugsweise aber wegen dessen Ausdehnung auf die asiatischen Länder, wesentlich abgeändert werden mußte. Außerdem wurde ein vollständiges Dienstreglement ausgearbeitet. Endlich wurde zwischen den Nachbarstaaten eine Reihe von Specialverträgen zur Ermäßigung der Tarife und zur Bestimmung der Abrechnungsmodalitäten abgeschlossen. Hauptergebniß dieser Conferenz ist die innige Verbindung sämmtlicher europäischer und asiatischer Telegraphenverwaltungen, so daß die vollständige Einheit nicht nur in staatsrechtlicher Beziehung, sondern auch im Betrieb für sämmtliche Telegraphenlinien der alten Welt gesichert ist. Unter den einzelnen Bestimmungen ist hervorzuheben die Einführung des Hughes-schen Apparates gemeinschaftlich mit dem Morse für die Correspondenz auf den langen internationalen Linien, welche soweit möglich aus 5 Millimeter dickem Eisendraht zwischen den Hauptorten der Staaten herzustellen sind, ferner die Ermäßigung der Tarife, welche namentlich für die indische Correspondenz erheblich ist. Die Beförderung der Telegramme durch die Post für jene Orte, in welchen sich keine Telegraphenämter befinden, geschieht unentgeltlich. Hierdurch ist das Princip festgestellt, daß gegen Entrichtung der Telegraphengebühr, welche für jedes Land einheitlich ist, das Telegramm nach jedem der Post zugänglichen Orte befördert wird. Zur Aufstellung statistischer Tabellen, zur Redaction einer gemeinschaftlichen Zeitschrift, welche die Verbesserungen im Telegraphenwesen kritisch behandeln wird, und endlich zur Vermittelung sämmtlicher allgemeiner Mittheilungen über Eröffnung neuer Linien und Stationen ꝛc. ist die Regierung der Schweiz mit der Leitung eines Centralbureaus betraut worden, während die diplomatischen und staatsrechtlichen Verhandlungen der jeweiligen Präsidialregierung zugewiesen sind, und zwar vorläufig auf drei Jahre

der österreichischen Regierung. Die Telegramme dürfen in allen Sprachen abgefaßt sein, welche in einem der Staaten gebräuchlich sind; eben so in der lateinischen und hebräischen. Bei jeder unterstrichenen Wortfolge wird das Unterstreichungszeichen als 1 Wort gezählt. Chiffrirte Privattelegramme können nur zwischen zwei Staaten ausgewechselt werden, welche solche zulassen; solche Telegramme müssen recommandirt werden und kosten deßhalb das Doppelte, dafür werden sie aber, wie alle recommandirten, vollständig collationirt und die Zeit der Aushändigung an den Empfänger dem Aufgeber zurücktelegraphirt.

Behufs weiteren Ausbaues des Vertrages werden weitere allgemeine Conferenzen stattfinden, die nächste im Jahre 1871 in Florenz.

230. Welche Ausdehnung haben die Telegraphenlinien und wie vertheilen sich die Stationen auf die verschiedenen Länder?

Hübner's statistische Tafel für 1869 enthält über die Ausdehnung der Linien in den verschiedenen Ländern folgende Angaben:

	Geogr. Meilen Leitung.	Flächeninhalt geogr. □ Meilen.	Einwohnerzahl.
Aegypten	481	8370	4 912 000
Baden	219,5	278	1 435 000
Bayern	400	1381	4 824 000
Belgien	472	534	4 984 000
Brasilien	200	151 973	11 780 000
Chile	202	6238	2 085 000
Dänemark	207	696	1 718 000
Rumänien	432	2197	3 865 000
Frankreich	4355	9850	38 192 000
Algier	500	7082	2 921 000
Griechenland	70	910	1 349 000
Großbritannien	3500	5762	30 157 000
(mit Irland)	900 die beiden Atlantischen Taue		

Canada	1100	17 732	3 753 000
Cap und Natal	135	9980	760 000
Engl. Australien	1842	—	—
Ostindien	2500	—	—
Italien	2090	5166	24 369 000
Kirchenstaat	30	214	720 000
Marokko	45	12 210	2 750 000
Niederlande	317,5	596	3 592 000
Niederländisch Ostindien	368,5 Landleitungen 154 unterseeische		
Oesterreich	3700	11 306	35 553 000
Persien	108	26 450	4 400 000
Portugal	85	1716	3 987 000
Preußen	3180	6387	24 043 000
Rußland	4916	—	—
Finnland	198	6835	1 766 000
Schweden	840	8026	4 196 000
Norwegen	473,5	5799	1 701 000
Schweiz	516	740	2 510 000
Serbien	106	791	1 222 000
Spanien	1348	9200	16 302 000
Tunis	70	2150	950 000
Türkei	1860	37 934	26 973 000
Vereinigte Staaten	11 926	166 936	36 743 000
Württemberg	269	354	1 778 000

Von den europäischen Staaten hatte

	zu Anfang 1863	1866	
Belgien	185	291	Stationen
Corfu	1	1	"
Corsica	8	8	"
Dänemark	67	49	"
Frankreich	1055	1672	"
Griechenland	9	13	"

Großbritannien	1290	1575	Stationen
Italien	—	604	=
Malta	1	1	=
Moldau	18	21	=
Norwegen	74	90	=
Portugal	60	74	=
Rußland	122	161	=
Schleswig=Holstein	—	33	=
Schweden	82	90	=
Schweiz	175	251	=
Serbien	15	19	=
Spanien	143	216	=
Türkei	23	30	=
Walachei	22	24	=

Rechnet man zu diesen 5223 Stationen von 1866 noch die 1363 Vereins= und 1396 Privat= und Bahn=Stationen des deutsch=österreichischen Vereins, so ergeben sich für Europa . . . . 7982 Stationen; dazu

Afrika	Aegypten	3	=
	Algier	36	=
	Tripolis	2	=
	Tunis	7	=
Asien	Ostindien	134	=
	Persien 2c.	23	=
	Rußland	19	=
	Türkei	14	=
	Summa	8220	=

während die gesammten Stationen der Erde zu 12 000 angegeben werden. 1865 wurden täglich 58 000 Telegramme versendet, waren 30 000 Apparate aufgestellt und 36 000 bis 38 000 Personen bei der Telegraphie beschäftigt.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.





